



UNIVERSIDADE DE ÉVORA

Mosquitos invasores na Europa e importância da sua vigilância em Portugal

Márcia Alexandra da Silva Marques

Orientadora: Dra. Maria João Alves

Co-Orientador: Prof. Dr. João Bernardo

Mestrado em Qualidade Gestão do Ambiente

Área de especialização: Ecologia e Gestão Ambiental

Dissertação

ÉVORA, 2014

Mosquitos invasores na Europa e importância da sua vigilância em Portugal

Márcia Alexandra da Silva Marques

Orientadora: Dra. Maria João Alves

Co-Orientador: Prof. Dr. João Bernardo

Mestrado em Qualidade Gestão do Ambiente

Área de especialização: Ecologia e Gestão Ambiental

Dissertação

ÉVORA, 2014

Mosquitos invasores na Europa e importância da sua vigilância em Portugal

RESUMO

As doenças transmitidas por vetores têm vindo a dispersar por todo o mundo, como consequência do aumento do transporte de pessoas e bens.

As espécies vetoras, com maior risco para a Saúde Pública na Europa são *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*. *Aedes aegypti* faz parte da fauna de culicídeos de Portugal.

Procedeu-se a uma análise do processo invasivo destas espécies, da sua distribuição e do seu comportamento perante as condições ambientais.

Foi analisada a ocorrência de *Aedes aegypti* na Madeira. Os dados revelam condições climáticas adequadas em 2012. O aumento da temperatura mínima e da humidade relativa mínima foram os fatores climáticos, avaliados, que mais se relacionam com a ocorrência de *Aedes aegypti*. As espécies autóctones diminuem a sua ocorrência com o aumento da espécie invasora.

Seria pertinente a elaboração de documentos orientadores e planos de prevenção, para situações relacionadas com a presença de culicídeos vetores de doença em Portugal.

Invasive mosquitoes in Europe and the importance of surveillance in Portugal

ABSTRACT

The vector-borne diseases have been dispersed around the world, as a result of increased transport of goods and people.

The vector species, with more risk to public health in Europe are *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*. *Aedes aegypti* is part of the culicidae fauna of Portugal.

We proceeded to a review of the invasive process of these species, their distribution and behavior face environmental conditions.

The occurrence of *Aedes aegypti* in Madeira was analyzed. The data shows suitable climatic conditions in 2012. The increased minimum temperature and minimum relative humidity have been the climatic factors, evaluated, that are more related with the occurrence of *Aedes aegypti*. Indigenous species decrease their occurrence with increasing of the invasive species.

It would be relevant the development of guideline documents and plans for preventing to situations related to the presence of culicidae vectors of disease in Portugal.

ÍNDICE

Resumo	iii
Abstract	iv
Índice de Siglas	xi
1 Introdução.....	1
2 Material e métodos	3
3 Mosquitos	4
3.1 Ciclo de vida das espécies	6
3.1.1 Ovos	7
3.1.2 Larva	8
3.1.3 Pupa	9
3.1.4 Adulto	10
3.2 Espécies, dispersão e distribuição geográfica	10
3.2.1 Dispersão	11
3.2.2 <i>Aedes aegypti</i>	12
3.2.3 <i>Aedes albopictus</i>	18
3.3 Mosquitos de Portugal	24
4 Mosquitos vetores e agentes transmitidos.....	25
4.1 Capacidade Vetorial.....	25
4.2 Agentes transmitidos com importância em Saúde Pública	26

5	Invasões biológicas	35
5.1	Mosquitos invasores	37
5.1.1	Impactos das invasões de mosquitos	38
6	Clima e saúde.....	40
6.1	O clima no mundo.....	40
6.1.1	Alterações climáticas.....	42
6.2	Efeito dos fatores climáticos na biologia e ecologia dos mosquitos	43
6.3	Impacto do clima nas doenças transmitidas por vetores.....	46
7	Culicídeos invasores causadores de doença	49
7.1	Europa.....	49
7.1.1	<i>Aedes atropalpus</i>	50
7.1.2	<i>Aedes japonicus</i>	51
7.1.3	<i>Aedes koreicus</i>	52
7.1.4	<i>Aedes albopictus</i>	53
7.1.5	<i>Aedes aegypti</i>	55
7.2	Portugal Continental	56
7.3	Madeira - <i>Aedes aegypti</i>	58
7.3.1	Relação dos fatores climáticos com os casos de Dengue.....	62
7.4	Caracterização da ocorrência de <i>Aedes aegypti</i> na Madeira	70
7.4.1	Material e métodos	71

7.4.2	Área de estudo	72
7.4.3	Resultados e discussão	74
7.4.4	Conclusões	81
8	Vigilância	83
8.1	Vigilância na Europa	83
8.2	Vigilância em Portugal continental	87
8.2.1	Colheitas	88
8.2.2	REVIVE - Resultados da Vigilância	90
8.3	Vigilância na Madeira	92
8.4	Vigilância de portos e aeroportos	94
9	Medidas de controlo e gestão de mosquitos invasores	96
9.1	Métodos de controlo de mosquitos invasores	97
9.2	Medidas de controlo e gestão em Portugal	101
10	Conclusões	104
11	Referências Bibliográficas	106
	ANEXO - Questionário	119

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Ciclo de Vida do Mosquito	6
Figura 2 – Larvas de <i>Aedes sp</i>	8
Figura 3 – Pupa de <i>Aedes aegypti</i>	9
Figura 4 – Mosquito <i>Aedes aegypti</i>	12
Figura 5 – Representação esquemática da relação entre a temperatura a atividade do vetor e vírus Dengue.....	14
Figura 6 – <i>Aedes albopictus</i>	18
Figura 7 – Distribuição do vírus Dengue no Mundo	30
Figura 8- Evolução da temperatura mundial, do ar e da superfície do mar, por décadas. A linha cinzenta horizontal indica o valor da temperatura média de longo prazo (14 ° C)	41
Figura 9 – Distribuição de <i>Aedes atropalpus</i> na Europa, 2013	51
Figura 10 – Distribuição de <i>Aedes japonicus</i> na Europa, 2013	52
Figura 11 – Distribuição de <i>Aedes koreicus</i> na Europa, 2013	53
Figura 12– Distribuição de <i>Aedes albopictus</i> na Europa, 1995-2011	54
Figura 13 - Distribuição de <i>Aedes albopictus</i> na Europa, 2013	55
Figura 14 – Distribuição de <i>Aedes aegypti</i> na Europa, 2013	56
Figura 15 - Previsão do potencial de distribuição de <i>Aedes albopictus</i> (Tons mais escuros indicam um maior número de modelos para habitat adequado)	57
Figura 16- Mapa de risco da distribuição de <i>Aedes albopictus</i> na Europa, modelo estatístico	58

Figura 17- Distribuição semanal do número de casos de febre de Dengue confirmados na	60
Figura 18 – Incidência dos casos de Dengue (3/10/2012 a 25/11/2012)	62
Figura 19 – Temperatura média e índice de positividade dos <i>ovitrap</i> s 2010-2012	63
Figura 20 – Temperatura e número de casos de Dengue na Madeira em 2012.....	65
Figura 21 – Precipitação e número de casos de Dengue na Madeira em 2012.....	66
Figura 22 – Valores de humidade relativa média no Funchal e em Câmara de Lobos, 2012	67
Figura 23 – Nível de ocorrência de adultos de <i>Aedes aegypti</i> entre 2010 e 2012.....	68
Figura 24 – Médias das temperaturas máximas, mínimas e médias no Funchal e em Câmara de Lobos, 2012	68
Figura 25 – Ilha da Madeira	72
Figura 26 -Distribuição da média de temperaturas mínimas, médias e máximas na ilha da Madeira 1961-1990.....	73
Figura 27- Normais climatológicas, Temperatura do ar no Funchal 1981-2010.....	74
Figura 28 – Dispersão das ocorrências de adultos das espécies identificadas	76
Figura 29 – Dispersão das ocorrências de imaturos das espécies identificadas	77
Figura 30 – Colheita de larvas	89
Figura 31 – Armadilha CDC e atrativo (gelo seco)	89
Figura 32 – Concelhos envolvidos no Programa Revive 2012	90
Figura 33 – Ocorrências das várias espécies em 2010 em 2011	93

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 - Relação entre Malária, Dengue, Chikungunya, febre do Vírus <i>West Nile</i> e Filariose, com a sua distribuição na Europa e o mosquito vetor.....	50
Quadro 2- Relação entre temperatura e tempo de eclosão em <i>Aedes aegypti</i>	64
Quadro 3 – Ocorrência de adultos (indivíduo/colheita) das espécies na Madeira 2010-2012	75
Quadro 4 – Ocorrência de imaturos (indivíduo/colheita) das espécies na Madeira 2010-2012	76
Quadro 5 – Ocorrências de adultos e imaturos de <i>Aedes aegypti</i> nos dois concelhos	77
Quadro 6 – Coeficientes de correlação de Spearman entre ocorrência de adultos <i>Aedes aegypti</i> e os valores máximos e mínimos de temperatura e humidade	78
Quadro 7 – Coeficientes de correlação de Spearman entre a ocorrência de mosquitos adultos de <i>Aedes aegypti</i> e cada uma das espécies autóctones	80
Quadro 8 – Coeficientes de correlação de Spearman entre a ocorrência de imaturos de <i>Aedes aegypti</i> e cada uma das espécies autóctones.....	80
Quadro 9 - Espécies identificadas no Programa Revive entre 2008 e 2012.....	91
Quadro 10 – Número de espécies identificadas e espécies mais abundantes REVIVE 2008-2012	92
Quadro 11 – Respostas ARS's aos questionários.....	102

ÍNDICE DE SIGLAS

APA – Agência Portuguesa do Ambiente

ARH – Administração da Região Hidrográfica

ARS – Administração Regional de Saúde

CCDR – Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional

CEVDI/INSA – Centro de Estudos de Vetores e Doenças Infeciosas/ Instituto Nacional de Saúde

DDT - Dicloro-Difenil-Tricloroetano

DGS - Direcção Geral da Saúde

ECDC - European Centre for Disease Prevention and Control - Centro Europeu de Prevenção e Controlo de Doenças

EMCA - European Mosquito Control Association

I.P. – Instituto Público

IPMA – Instituto Português do Mar e da Atmosfera

OMS – Organização Mundial de Saúde

REVIVE – Rede de Vigilância de Vetores

TSA – Técnico de Saúde Ambiental

VBORNET - European Network for Arthropod Vector Surveillance for Human Public Health

WHO - World Health Organization

WMO - World Meteorological Organization

1 INTRODUÇÃO

Os mosquitos desempenham funções importantes em vários ecossistemas. No entanto, podem ser vetores importantes de microrganismos patogénicos causando danos à saúde humana. Ao longo da história têm sido relatados muitos milhões de casos de doenças transmitidas por estes vetores, sendo-lhes atribuídas muitas mortes e ainda mais casos de morbilidade (Fang, 2010; Mole, 2013)

As regiões tropicais são as mais atingidas. No entanto, o aumento da dispersão das espécies de mosquitos vetores, principalmente devido ao aumento da circulação de pessoas e bens, leva ao agravamento do risco para outras regiões (Christophers, 1960; Marí e Peydró, 2009).

A probabilidade de sobrevivência e o posterior estabelecimento de espécies invasoras em áreas geográficas distintas aumentam se as condições ecológicas lhes forem favoráveis. Os mosquitos não estão adaptados a temperaturas muito baixas nem temperaturas muito altas. Assim, se as alterações climáticas conduzirem a um aumento das temperaturas mínimas, pode aumentar o risco de dispersão (Epstein *et al.*, 1998).

Na Europa, as espécies consideradas como as maiores ameaças à saúde pública, são *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*, tendo já sido responsáveis por vários casos de doença (WHO/EMCA, 2011).

Em Portugal, ainda não foi detetada a presença de *Aedes albopictus*, mas *Aedes aegypti* está presente na ilha da Madeira e causou um surto de Dengue em 2012.

Com este trabalho procede-se a uma revisão de literatura acerca da fauna de culicídeos da Europa e de Portugal, explica-se a sua presença e impactos e identificam-se medidas de gestão, enfatizando os aspetos mais significativos e a importância da sua vigilância no nosso país. Assim, os objetivos são: identificar a fauna de culicídeos invasores causadores de doenças na Europa; identificar a fauna de culicídeos invasores causadores de doenças em Portugal; compreender se as alterações climáticas podem contribuir para a dispersão de mosquitos invasores;

determinar qual a influência dos fatores ambientais na ecologia, desenvolvimento e sobrevivência de mosquitos invasores causadores de doença; caracterizar o processo de invasão; avaliar a importância da existência de programas de vigilância e identificar medidas de gestão.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os dados, a nível europeu, foram obtidos em relatórios e avaliações de risco do Centro Europeu de Prevenção e Controlo de Doenças (European Centre for Disease Prevention and Control, ECDC) e da Rede Europeia para Vigilância de Artrópodes Vetores para a Saúde Pública (European Network for Arthropod Vector Surveillance for Human Public Health, VBORNET).

Na análise da ocorrência de *Aedes aegypti* em Portugal e relação com fatores climáticos e com as outras espécies, recorreu-se a dados do Programa REVIVE e do Instituto Português do Mar e da Atmosfera e ao programa SPSS, versão 21.

Na identificação de formas de atuação perante ocorrências de situações relacionadas com mosquitos, nos últimos dez anos, foi realizado um questionário e enviado às Administrações Regionais de Saúde. Foram recolhidos quatro questionários preenchidos nomeadamente da ARS do Centro, Lisboa e Vale do Tejo, Alentejo e Algarve.

3 MOSQUITOS

Os mosquitos pertencem ao Filo Arthropoda, Classe Insecta, Ordem Diptera, Subordem Nematocera, Família Culicidae Meigen, separados em duas grandes tribos: Anophelini e Culicini. São caracterizados por terem um órgão bucal afiado e longo, que a fêmea utiliza para sugar o sangue (WHO, 1984). Os Anophelini são os menos numerosos e incluem os vetores da filariose e do paludismo humanos. Os mosquitos pertencentes à tribo Culicini são vetores de diversos vírus e filarioses humanas e incluem também as espécies de mosquitos que, apesar de nem sempre serem vetores de doenças, picam os humanos, causando incômodo (WHO, 1984).

Existem cerca de 3500 espécies e subespécies de mosquitos identificadas em todo o mundo mas apenas uma pequena parte pica ou incomoda os seres humanos. Estão presentes em quase todos os continentes e habitats (desde 1250 m abaixo do nível do mar (em minas) até 5500 m de altitude) (Service, 1993), exceto em lugares que estão permanentemente congelados (Antártida) e desempenham funções importantes em numerosos ecossistemas: são presas para vários predadores como aves, peixes e insetos, apresentando-se como fonte primária de alimento para muitas espécies; são polinizadores de plantas e de culturas tropicais, como é o caso do cacau; compõem uma boa parte da biomassa dos ecossistemas aquáticos em todo o mundo (Service 1993; Reiter, 2001; Fang, 2010).

Em quase todas as espécies de mosquito, a fêmea obtém a proteína que necessita para o desenvolvimento dos seus ovos, a albumina, alimentando-se do sangue de vertebrados homeotérmicos. Uma secreção salivar complexa facilita a alimentação e é a injeção direta desse líquido nos capilares do hospedeiro que permite a propagação de microrganismos patogénicos. Proporcionam uma rota ideal para a propagação de microrganismos patogénicos. As pessoas e animais ao serem picados podem ser infetados com vírus, bactérias, protozoários e vermes filariais (Fang, 2010; Reiter, 2001).

Fang (2010) refere que, de acordo com vários autores, a ausência ou a menor abundância de mosquitos afetaria negativamente a cadeia alimentar, colocando em causa a sobrevivência de algumas espécies. Sem mosquitos, milhares de espécies de

plantas perderiam um grupo de polinizadores, centenas de espécies de peixes teriam que mudar a sua dieta para sobreviver, muitas espécies de insetos, aranhas, salamandras, lagartos e sapos perderiam uma fonte primária de alimento e a maioria das aves que se alimentam de mosquitos, provavelmente, mudariam para outros insetos que poderiam surgir em grande número. Por outro lado, ainda de acordo com Fang (2010), diversos autores defendem que muitas vidas humanas seriam salvas. A polinização não é crucial para as culturas de que os seres humanos dependem e os animais que se alimentam de insetos não morreriam de fome dada a variedade da disponibilidade de alimento existente na natureza (Fang, 2010).

De fato, os mosquitos têm relevância para a saúde pública tanto quando ocorrem em grande densidade causando incômodo, como quando transmitem agentes de doença (ECDC, 2012c).

Ao longo da história, os mosquitos têm ocupado um lugar de destaque entre as ameaças à saúde pública. Têm a capacidade de transmitir arbovírus entre hospedeiros vertebrados como aves, roedores, animais domésticos e o homem. São exemplo as epidemias sofridas pela humanidade devido a agentes transmitidos por mosquitos como a malária, dengue e febre-amarela.

A WHO determinou que a população afetada por estas doenças é de mil milhões de pessoas. Estima-se que tenham ocorrido:

- 247 milhões de casos de malária com 881 000 mortes, em 2006;
- 50 milhões de casos de Dengue com cerca de 19 000 mortes, em 2002;
- 200 000 casos de febre-amarela com 30 000 mortes, por ano;
- 50 000 casos de encefalite japonesa com 14 000 mortes, por ano;
- 3887 e 3630 casos de febre *West Nile* nos anos de 2006 e 2007 respetivamente, com cerca de 3% de mortalidade, apenas nos Estados Unidos da América;
- 1,25 milhões de casos de infetados por chikungunya entre 2005 e 2007 em ilhas do Oceano Índico e na Índia;

- 120 milhões de casos de filaríases linfáticas é a estimativa para o número de casos atual (Almeida, 2011).

3.1 CICLO DE VIDA DAS ESPÉCIES

Os mosquitos passam por uma metamorfose completa durante o seu ciclo de vida, que compreende quatro fases (Figura 1): ovo, larva (que passa por quatro estádios larvares), pupa e mosquito adulto (Forattini, 1996). As formas imaturas e o mosquito adulto desenvolvem-se em meios completamente diferentes. As fases imaturas (ovos, larvas e pupas) precisam de um meio aquático enquanto os adultos vivem em meio terrestre e aéreo (WHO, 1984).

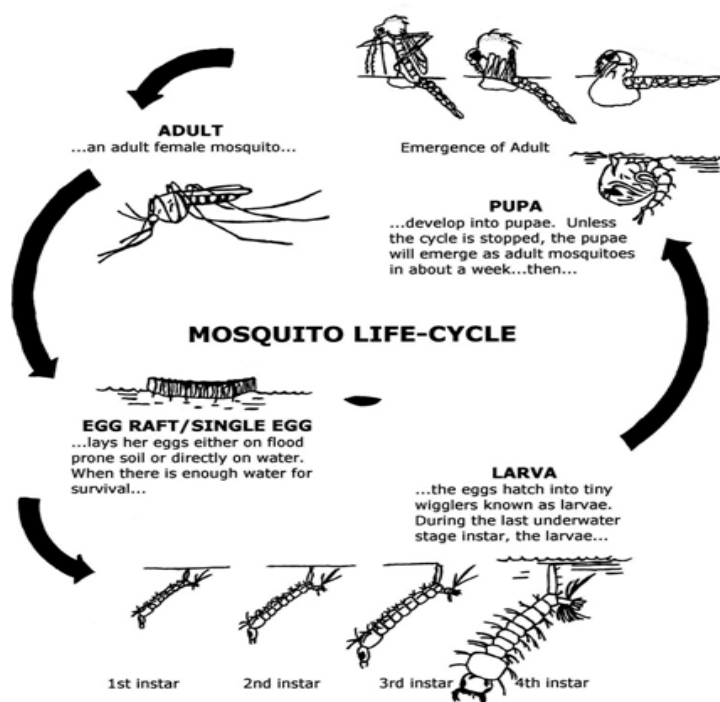


Figura 1 – Ciclo de Vida do Mosquito¹

¹ Fonte: Site WestUmatilla Mosquitos Controle District. Disponível em: <http://www.wumcd.org/mosquito/lifecycle.html>. Consulta a Setembro de 2013.

Há uma grande diversidade de habitats aquáticos utilizados pelas várias espécies de mosquitos para o seu desenvolvimento larvar. Podem encontrar-se larvas em água doce ou salobra, em lagos, lagoas, charcos, fontes, piscinas ou outros como em águas estagnadas e em vasos, pneus, latas e outros recipientes que retêm água da chuva.

A seleção dos locais para oviposição é feita pela fêmea. Esta possui quimiorreceptores tarsais que detetam e medem os níveis de salinidade e poluição das águas. Assim, a escolha do local depende de características físicas como a exposição à luz solar, temperatura, agitação da água; características químicas como o teor de gases dissolvidos, oxigénio e dióxido de carbono, pH, salinidade, teor de matéria orgânica; características biológicas como microrganismos que servem de fonte alimentar, vegetação mas também, parasitas, predadores e outros (Clements, 1992; Service, 1993).

A duração de cada uma das fases e estádios é variável, dependendo essencialmente das condições atmosféricas e do acesso ao alimento. Por exemplo, cada espécie tem o seu intervalo ótimo de temperatura. O desenvolvimento dos estádios imaturos, até à fase de adulto, pode variar desde sete dias a 31°C até 20 dias a 20°C. Nos climas temperados algumas espécies passam o inverno na forma larvar, que pode assim durar vários meses. Há espécies que fazem diapausa no ovo, outras na larva e outras no adulto. O mecanismo, da diapausa, permite à espécie suspender as suas funções de desenvolvimento, em condições desfavoráveis, durante longos períodos de tempo (por exemplo: temperaturas baixas, fotoperíodo, termoperíodo, dessecação e hipóxia/anóxia), o que, por outro lado, possibilita o seu transporte para longas distâncias (Forattini, 1996; Medlock *et al.*, 2012).

3.1.1 OVOS

O ciclo de vida do mosquito começa no ovo. Dependendo da espécie, a fêmea pode pôr entre 30 e 300 ovos (Xavier *et al.*, 2008). Os locais seleccionados para a postura dos ovos são muito importantes para a distribuição das larvas de mosquitos de várias espécies em locais específicos. Os Anophelini põem os ovos separadamente à superfície da água. Os Culicini do género *Culex* e *Mansonia* põem os ovos agrupados na água e os do género *Aedes* põem em separado, muitas vezes em cavidades ou

recipientes secos que enchem quando chove. O desenvolvimento embrionário ocorre após a oviposição e é influenciado pela temperatura e humidade. Os ovos que são postos diretamente na água eclodem após o desenvolvimento embrionário. Os que são postos acima da linha de água ou em recipientes sem água podem entrar no estado de diapausa, eclodindo apenas quando as condições ambientais forem favoráveis. Estes ovos podem manter a sua viabilidade durante muito tempo, sem necessidade de água (Forattini, 1996; WHO, 1984).

3.1.2 LARVA

A larva geralmente eclode do ovo depois de dois a três dias em contacto com a água. Durante o crescimento, a larva passa por quatro fases – estádios larvares – que permitem o seu crescimento. Respira o ar atmosférico, motivo pelo qual se encontra na maior parte da sua vida à superfície da água. A larva é constituída por cabeça, tórax e abdómen (Figura 2). O abdómen é constituído por oito segmentos, sendo no oitavo que se situam os orifícios respiratórios dos Anophelini e onde se prolonga o órgão tubular que possibilita a respiração dos Culicini (WHO, 1984).



Figura 2 – Larvas de *Aedes sp*²

Os habitats onde se desenvolvem as larvas são variados, na maior parte dos casos em sistemas aquáticos temporários de água doce ou salobra como lagos, poços, arrozais, sapais, poças de água, margens abrigadas de rios, recipientes que

² Fonte: Michael Wigle. Disponível em: <http://mwigle.zenfolio.com/p908279318/h396fc31#h396fc31>. Consulta a Setembro de 2013.

tenham água estagnada (bebedouros de gado, recipientes abandonados, pneus ao ar livre) e orifícios de rochas ou árvores. Normalmente exigem águas paradas e pouco profundas. A temperatura ótima para o seu desenvolvimento depende da espécie mas situa-se, normalmente, entre 20°C e 30°C (Forattini, 1996).

3.1.3 PUPA

A pupa, em forma de vírgula (Figura 3), é um estágio que dura vários dias e em que o organismo não se alimenta e sofre as alterações morfológicas e fisiológicas necessárias à transformação para adulto. A pupa é móvel e quando perturbada pode mergulhar rapidamente. Quando está em repouso mantém-se à superfície da água (WHO, 1984).

O desenvolvimento da pupa demora 2-3 dias, se em águas frias esse período pode demorar mais (Xavier *et al.*, 2008).



Figura 3 – Pupa de *Aedes aegypti*³

³ Fonte: Site da Universidade de Sydney. Disponível em: <http://medent.usyd.edu.au/arbovirus/mosquit/photos/mosquitphotos.htm#aedesandculex>. Consulta a Setembro de 2013

3.1.4 ADULTO

O mosquito adulto emerge a partir da pupa. Segue-se, durante algumas horas, o endurecimento do tegumento corporal.

Os adultos alimentam-se de néctar de flores e outras substâncias açucaradas de plantas, no entanto só a fêmea ingere sangue. O desenvolvimento dos ovos requer uma refeição de sangue. Algumas espécies não precisam de refeição de sangue para a primeira postura (WHO, 1984).

3.2 ESPÉCIES, DISPERSÃO E DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA

Os mosquitos vivem numa grande variedade de habitats, exceto nos que se encontram permanentemente congelados, e têm-se distribuído, cada vez mais, em todo o mundo nas últimas décadas. Vários fatores têm contribuído para a propagação de mosquitos. O aumento do comércio global e a migração de seres humanos são as principais causas da propagação de mosquitos, estando a alargar os seus habitats das florestas para ambientes urbanos. Algumas espécies demonstram grande plasticidade (WHO/EMCA, 2011).

Apesar as doenças transmitidas por mosquitos terem um peso muito maior nas regiões tropicais do que nas temperadas, devido às condições climáticas mais favoráveis para o vetor nessas áreas, sempre houve endemias e epidemias autóctones na Europa. No entanto, a preocupação está a aumentar pois os vetores e agentes patogénicos são cada vez mais introduzidos em novas áreas.

Algumas das doenças transmitidas por vetores estão a surgir, ou a reaparecer após longas ausências, enquanto outras estão a expandir-se. A sua ocorrência está muitas vezes associada a alterações nos ecossistemas, comportamentos humanos e clima.

Isso é ilustrado pelos recentes surtos de Chikungunya e de *West Nile* (ECDC, 2012b; Marí e Peydró, 2009).

Assim, as viagens para países tropicais levam a um aumento do risco de importação de vírus não se tendo verificado, mesmo assim, alterações nos cerca de 50 milhões de

pessoas que viajam para esses países todos os anos. Os europeus são os principais viajantes internacionais, sobretudo os alemães, britânicos, franceses e italianos (Gautret *et al.*, 2009).

3.2.1 DISPERSÃO

Ao longo das últimas três décadas, os mosquitos têm-se dispersado cada vez mais por todo o mundo. Uma multiplicidade de fatores tem contribuído para a propagação de mosquitos, sobretudo do Sudeste Asiático, para outros continentes (Lambrechts *et al.*, 2010).

Aeronaves, barcos ou outros veículos contribuem para o transporte acidental de ovos, larvas ou de mosquitos adultos. O transporte de origem humana tem sido considerado responsável pela dispersão de mosquitos e pela troca de material genético (Huber *et al.*, 2004).

No caso de *Aedes albopictus*, a principal causa da propagação a partir do sudeste asiático é o aumento do comércio global, especificamente o comércio de pneus usados. Os mosquitos são transportados com a mercadoria quer como ovos, larvas ou adultos (Lambrechts *et al.*, 2010).

De acordo com o Regulamento Sanitário Internacional, o controlo de vetores em portos e aeroportos é obrigatório, bem como para aeronaves provenientes de países infetados (Aviso n.º 12/2008, de 23 de Janeiro de 2008).

Os estádios aquáticos são particularmente capazes de sobreviver ao transporte, seja em pneus usados que contenham água residual, ou em contentores de transporte de plantas ornamentais. Além disso, a diminuição do período de tempo em que se faz o transporte marítimo favorece as taxas de sobrevivência. O tráfego aéreo intercontinental é um fator adicional que facilita a disseminação (Lambrechts *et al.*, 2010).

3.2.2 *AEDES AEGYPTI*

A. aegypti pertence ao Ramo Arthropoda (pés articulados), Classe Hexapoda (três pares de patas), Ordem Diptera, Família Culicidae, Género *Aedes*.

O mosquito *Aedes aegypti* mede menos de um centímetro, tem aparência inofensiva, cor café ou preta e listas brancas no corpo e nas pernas (Figura 4). Costuma picar nas primeiras horas da manhã e nas últimas da tarde, evitando o sol forte, mas pode atacar mesmo nas horas quentes, à sombra, dentro ou fora de casa. Há suspeitas de que alguns piquem também durante a noite. O indivíduo não percebe a picada, pois no momento não dói e nem causa comichão (AJA Brasil, s.d.).



Figura 4 – Mosquito *Aedes aegypti*⁴

Aedes aegypti é originário do Egito, tendo dispersado pelo oeste da África para a Ásia e para o novo mundo, entre os séculos XV e XVI, a partir da costa leste de África. Na América foi introduzido na época da colonização sobretudo, com o transporte de escravos. O mosquito também colonizou Portugal e Espanha, ainda antes da introdução na América (Oliveira, 2011), assim como outros países mediterrânicos.

A distribuição do vetor *Aedes aegypti* alterou-se, no sudeste da Ásia, durante a II Guerra Mundial, tendo aumentado a sua densidade. O movimento de tropas aumentou a propagação de vírus Dengue, causando epidemias e no final da guerra, as cidades

⁴ Fonte: Site Voz do Acre, Disponível em: <http://vozdoacre.com/portal/meioambiente/pesquisadores-vigiam-mosquitos-da-dengue-em-cruzeiro-do-sul/>. Consulta a Setembro de 2012

asiáticas, tornaram-se hiper-endêmicas para os quatro serotipos de Dengue, o que levou aos primeiros casos identificados de Dengue hemorrágico em Manila (Filipinas) em 1954, na Tailândia em 1958 e Malásia, Singapura, Vietname e Camboja na década de 1960 (Huber *et al.*, 2004).

Aedes aegypti é atualmente o mosquito que apresenta maior dispersão em áreas urbanas de todo o mundo (Silva *et al.*, 2004), é o vetor principal de três doenças virais importantes, nomeadamente Dengue, febre-amarela e Chikungunya (Vargas *et al.*, 2010).

BIOLOGIA

Alguns aspectos da biologia de *Aedes aegypti* favorecem o contacto vetor-homem. As fêmeas são essencialmente antropofílicas e podem realizar várias ingestões sanguíneas num único ciclo gonotrófico. Após a refeição de sangue, as fêmeas repousam, preferencialmente no interior das habitações, até ao amadurecimento dos ovos e seleccionam os locais para a oviposição. Os ovos são depositados individualmente, próximos da superfície da água. A cada oviposição as fêmeas geralmente distribuem os ovos em vários locais e fazem várias refeições de sangue dentro de um único ciclo gonotrófico (Lima-Camara *et al.*, 2006).

Em condições ambientais favoráveis, o tempo de eclosão depende da temperatura; assim, a 28°C o tempo de eclosão é de cerca de três dias, quatro dias a 25°C, cinco dias a 23°C e 12 dias a 18°C e vai aumentando à medida que a temperatura diminui, até atingir valores abaixo de 7°C, na qual o ovo fica inativo (Christophers, 1960).

A temperatura ideal para o mosquito fazer a refeição de sangue, de forma geral, situa-se entre 26 e 35°C, sendo que a espécie é mais ativa aos 28°C. A sua atividade começa a diminuir a partir dos 25°C. Fora deste intervalo de temperaturas diminui a atividade e o seu tempo de vida (Christophers, 1960).

A baixa temperatura o mosquito adulto começa por se tornar inerte, incapaz de voar ou mesmo de mover os membros. A 4°C pode ser reavivado após uma hora, mas com exposições mais longas morre. Em temperaturas entre 7 e 10°C os mosquitos ficam dormentes e movem-se lentamente. A temperaturas de 15°C e inferiores, os insetos

deixam de ter capacidade para realizar a refeição de sangue (Figura 5) (Christophers, 1960).

A humidade elevada é favorável à vida da maioria das espécies, no entanto humidades muito altas têm um efeito dissuasor sobre a alimentação, sobretudo a altas temperaturas, diminuindo a sua atividade. A humidade elevada é favorável, acima dos 80%, apenas em temperaturas que não excedam 28°C (Christophers, 1960).

As larvas também são suscetíveis à temperatura. Temperaturas muito elevadas e demasiado baixas têm um efeito negativo, podendo causar a sua morte. Experiências mostraram que a maior parte das larvas morre nos primeiros 15 a 30 minutos de exposição a temperaturas acima de 40°C. Períodos de exposição a 7°C, superiores a cinco/seis dias são suficientes para causar a morte. A 1°C o tempo de exposição letal desce para dois a três dias (Figura 5) (Christophers, 1960).

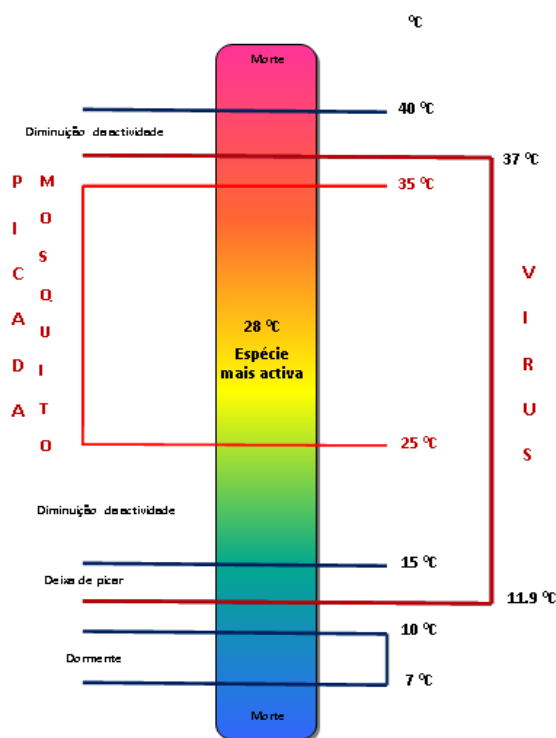


Figura 5 – Representação esquemática da relação entre a temperatura a atividade do vetor e vírus Dengue⁵

⁵ Adaptado de Christophers (1960)

Em condições desfavoráveis os ovos entram em diapausa, permanecendo viáveis e resistentes à dessecação por um período de até um ano; esta característica possibilita a fácil dispersão passiva destes vetores. Os ovos infectados com vírus em diapausa podem, quando as condições se tornam favoráveis, provocar a dispersão passiva dos vírus (Melo, 2009).

Este é sem dúvida um dos mosquitos vetores mais domésticos, alimentando-se predominantemente do homem, acasalando e repousando em ambientes fechados e em criadouros artificiais, em recipientes em torno de habitações humanas, especialmente em ambientes urbanos. Em África, no entanto, a biologia de *Ae. aegypti* é, por vezes, menos dependente da presença do homem do que nas outras regiões tropicais (Paupy *et al.*, 2010).

Os criadouros domésticos de *Aedes aegypti* são, sobretudo, recipientes de armazenamento de água (pratos de retenção de água dos vasos de plantas). Os criadouros também podem ser peridomésticos (por exemplo pneus ou latas no quintal de habitações humanas) ou naturais (por exemplo, buracos de árvores, axilas das folhas) (Paupy *et al.*, 2010).

MODO DE TRANSMISSÃO

Como em todas as espécies de mosquitos, a transmissão de agentes infecciosos ocorre na fase em que as fêmeas precisam de albumina, presente no sangue do hospedeiro, para completar o processo de amadurecimento dos ovos (AJA Brasil, s.d.; Real, 2005).

A fêmea pica a pessoa infectada, mantém o vírus na saliva de onde atinge outros órgãos e retransmite-o depois de um período extrínseco de incubação. A transmissão ocorre pelo ciclo homem - *Aedes aegypti* - homem.

Após a ingestão pelo inseto fêmea de sangue, a partir de um indivíduo infectado, ocorre um período de incubação. Após esse período, cuja duração varia de acordo com as condições ambientais, o mosquito é capaz de transmitir o vírus ao longo de toda a vida, através da picada. Não há transmissão pelo contacto de um doente, ou suas

secreções, com uma pessoa sadia, nem por fontes de água ou alimento (AJA Brasil, s.d.; Oliveira, 2011).

O mosquito apenas transmite os vírus, não aparentando qualquer efeito (Real, 2005).

CAPACIDADE DE VOO E DISPERSÃO

A dispersão através do voo dos mosquitos pode ser influenciada por fatores como as características específicas da espécie, disponibilidade de local para oviposição, clima (por exemplo, vento, humidade, temperatura, chuvas), características do meio e disponibilidade de uma fonte de sangue.

As fêmeas, que têm uma capacidade de voo superior à dos machos, podem dispersar para encontrar parceiros, nutrientes ou locais para oviposição. A dispersão com a finalidade de procurar um hospedeiro é epidemiologicamente importante pois é mecanismo pelo qual as fêmeas adquirem e disseminam os agentes patogénicos.

O fato de a fêmea distribuir uma postura por vários criadouros, aumenta a dispersão de agentes patogénicos (Lima-Camara *et al.*, 2006).

Estudos sobre a dispersão de *Ae. aegypti* demonstraram que as fêmeas voam cerca de 100-500 m. No entanto, um estudo realizado no Rio de Janeiro, Brasil, em 1999, concluiu que as fêmeas de *Aedes aegypti* podem voar até 800 m em apenas 6 dias, sendo possível para algumas dispersar até um quilómetro (Lima-Camara *et al.*, 2006).

A dispersão desta espécie está muito associada ao transporte e aos portos. Nos navios, especialmente oriundos de águas tropicais, as larvas são frequentemente encontradas em recipientes e em vários lugares no porão (Christophers, 1960).

Como *Aedes aegypti* tem uma curta autonomia de voo apenas a migração passiva através de transporte humano pode explicar a sua dispersão entre continentes. Com o desenvolvimento económico associado ao aumento do transporte de pessoas e bens facilitou a difusão de mosquitos e vírus transportados por pessoas infetadas (Huber *et al.*, 2004).

Tem sido demonstrado que o tipo, a densidade e a localização dos locais de reprodução, bem como a densidade humana em áreas urbanas, moldam a estrutura da população de mosquitos. Nas áreas rurais, a dispersão de *Aedes aegypti* é limitada por jardins, campos cultivados e lagoas separando-o das habitações (Huber *et al.*, 2004).

CONTROLO

O único modo possível de evitar a transmissão de vírus é a eliminação do mosquito transmissor. Assim, torna-se imprescindível eliminar os recipientes ou outros locais de acumulação de água, adequados à criação do mosquito (AJA Brasil, s.d.). Segundo Lima *et al.* (1998), é muito importante o conhecimento dos criadouros para o controle de qualquer espécie de mosquito, possibilitando o desenvolvimento de estratégias adequadas (Oliveira, 2011).

O fato da refeição de sangue de *Aedes aegypti* ser feita durante o dia e a complexidade dos meios urbanos têm tornado difícil o seu combate recorrendo à aplicação de inseticidas. Além disso, a sua grande capacidade de adaptação a condições adversas, como por exemplo a águas poluídas dificulta o seu controlo (Silva *et al.*, 2004).

O controlo é também dificultado pela escolha dos criadouros onde as fêmeas de *Aedes aegypti* depositam os ovos, extremamente resistentes, podendo sobreviver vários meses até que haja disponibilidade de água (AJA Brasil, s.d.).

A principal estratégia adotada no combate a *Aedes aegypti* tem sido a utilização de inseticidas químicos, quer para o controlo de adultos, quer para as larvas (Osório *et al.*, 2012). A utilização de inseticidas é um método muito eficaz, mas não deve excluir outras ações como a eliminação de criadouros, a educação dos habitantes, a construção de habitações seguras e uma vigilância adequada (Christophers, 1960). No entanto o uso de inseticidas aumenta os custos e pode afetar a Saúde Pública (Osório *et al.*, 2012). Entre as formas biológicas destrutivas de larvas que podem ser usadas no controlo de criadouros estão algumas plantas carnívoras aquáticas, peixes larvicidas ou o larvicida biológico *Bacillus thurigiensis* (Christophers, 1960; Osório *et al.*, 2012).

3.2.3 AEDES ALBOPICTUS

Aedes albopictus (Figura 6) pertence ao Ramo Arthropoda (pés articulados), Classe Hexapoda (três pares de patas), Ordem Diptera, Família Culicidae, Género Aedes (Roiz *et al.*, 2011).



Figura 6 – *Aedes albopictus*⁶

Ae. albopictus é o segundo vetor mais eficaz do vírus Dengue, febre-amarela e febre Chikungunya, depois de *Ae. Aegypti*. É considerada uma das 100 espécies invasoras mais perigosas a nível mundial⁷.

Ae. albopictus é vetor competente para a transmissão de, pelo menos, 22 arbovírus, incluindo o vírus Dengue e Chikungunya, bem como de vários outros agentes patogénicos: vírus *West Nile*, encefalite equina do leste, febre-amarela, La Crosse, encefalite japonesa, Potosi, Jamestone Canyon, Tensaw, Keystone, assim como de *Dirofilaria immitis* e *D. repens* (Roiz *et al.*, 2011).

Aedes albopictus é considerado um generalista ecológico tendo-se adaptado a climas tropicais e temperados. Os ovos de *Ae. albopictus* em regiões temperadas entram em diapausa, permitindo que as espécies sobrevivam ao período de inverno, está também adaptado a reproduzir-se numa ampla variedade de criadouros construídos pelo

⁶ Fonte: James Gathany. Disponível em: <http://www.ecdc.europa.eu/en/healthtopics/vectors/mosquitoes/Pages/aedes-albopictus.aspx>. Consulta a Setembro de 2013.

⁷ Disponível em: <http://www.issg.org/database/species/search.asp?st=100ss&fr=1&str=&lang=EN>

homem. Esta espécie coloniza principalmente áreas urbanas e suburbanas, onde as fêmeas fazem a refeição de sangue em seres humanos (Roiz *et al.*, 2011).

Aedes albopictus, nativo da Ásia, tem vindo a aumentar a sua distribuição geográfica em todo o mundo há mais de três décadas (Scholte *et al.*, 2012). Em setembro de 1990, *Aedes albopictus* foi descoberto no pátio de uma escola, na cidade de Génova, em Itália, onde tinham sido deixados pneus para as crianças brincarem. Apesar de um inverno longo e frio, em 1990-1991, com temperaturas abaixo de 0°C, a espécie sobreviveu e foi encontrada na primavera seguinte. *Aedes albopictus* parece ter encontrado condições ambientais ideais para proliferar e prolongar sua temporada de atividade. Tornou-se o mosquito praga mais importante na Itália onde foi o vetor responsável por uma epidemia de Chikungunya perto de Ravena, em 2007. Em 2010, foram diagnosticados dois casos autóctones de Dengue em Marselha (La Ruche *et al.*, 2010) e numa vila na Croácia (Gjenero-Margan *et al.* 2011). Além disso, foram diagnosticados dois casos de *Chikungunya* transmitido por *Aedes albopictus* em Fréjus, França, em 2010 (Gratz, 2004a; WHO/EMCA, 2011).

Da Itália *Aedes albopictus* foi-se espalhando gradualmente para os outros países mediterrânicos como França, Espanha, Eslovénia, Albânia e Grécia. Também está presente na parte sul da Suíça, e surge esporadicamente na Alemanha. Essa expansão ainda está em curso e não mostra sinais de diminuir (WHO/EMCA, 2011).

Aedes albopictus estabeleceu-se também em muitos países do continente americano, desde os EUA até a Argentina, em pelo menos quatro países da África Central (Nigéria, Camarões, Guiné Equatorial e Gabão), 12 países da Europa (Albânia, Bósnia e Herzegovina, Croácia, Grécia, França, Itália, Montenegro, Holanda, Sérvia, Eslovénia, Espanha e Suíça), várias ilhas do Pacífico e do oceano Índico e Austrália (Lambrechts *et al.*, 2010).

BIOLOGIA

Aedes albopictus, o asiático "tigre mosquito" pertence ao subgénero *Stegomyia*.

Originalmente, *Aedes albopictus* é um mosquito das florestas do Sudeste da Ásia, reproduzindo-se em águas temporárias ou em buracos de árvores. No entanto, tem

boa capacidade de colonizar áreas urbanas e suburbanas (Medlock *et al.*, 2006). Vive em áreas urbanas e alimenta-se principalmente de sangue humano que colhe, sobretudo, durante o dia (Feresin, 2007).

A distribuição de *Aedes albopictus* é determinada por vários fatores ambientais tais como as temperaturas de inverno e de verão, padrões de precipitação e fotoperíodo. A temperatura do ar de 0°C é o limite para sobrevivência dos ovos geralmente aceita. Temperaturas anuais mínimas médias de 11°C determinam as áreas adequadas para a sobrevivência dos adultos. A taxa de desenvolvimento é ideal entre 25°C e 30°C. Além da temperatura, a precipitação anual é outro indicador ecológico importante das áreas onde as populações de mosquitos se podem estabelecer, uma vez que condiciona a manutenção de habitats das larvas. Há ainda outros fatores ecológicos e humanos relevantes para a distribuição de *Aedes albopictus* como o uso/cobertura da terra, o tipo de urbanização e a densidade populacional humana, os quais podem influenciar tanto a sua distribuição como a densidade. A altitude também é um importante fator limitante na distribuição de *Aedes albopictus*, que foi detectado em altitudes de até 600 m em Itália (Roiz *et al.*, 2011; Straetemans, 2008).

As fêmeas de *Aedes albopictus* põem os ovos isoladamente nas laterais dos recipientes de retenção de água, distribuindo-os aos poucos por vários locais escolhidos para oviposição. A postura dos ovos é diurna com o seu pico entre as 13:00 e as 16:00 horas. Os ovos são pretos e ovais, com cerca de 0,5 mm e podem resistir à dessecação até um ano (Forattini, 1996; Hawley, 1998).

O período de incubação dos ovos a 21°C é de cerca de sete dias e a temperaturas entre 24°C e 27°C é de apenas dois dias. O mecanismo de diapausa pode ser adoptado se fatores como a temperatura, o fotoperíodo ou a temperatura não forem favoráveis. No entanto, de uma maneira geral, os ovos não sobrevivem a invernos muito frios, expostos a menos de -12°C (Forattini, 1996).

Os locais preferidos para a postura dos ovos são superfícies rugosas, próximas do chão e escuras, o que explica a sua preferência por pneus armazenados ao ar livre (Forattini, 1996).

O crescimento e o desenvolvimento das larvas variam com a temperatura da água. Em geral, temperaturas mais elevadas levam a crescimento e desenvolvimento mais

rápido. A temperaturas entre 20°C e 30°C, o tempo de desenvolvimento larvar varia de 13 a 4 dias, respetivamente (Medlock *et al.*, 2012). A 25°C o desenvolvimento pode durar de quatro a nove dias (Franco e Craig, 1995).

O desenvolvimento de *Aedes albopictus* depende da temperatura mas, normalmente, a fase larvar dura de cinco a dez dias e a fase de pupa mais dois dias (Hawley, 1998).

O adulto pode ser encontrado em áreas de sombra, em arbustos próximos do chão, onde repousa (Rios e Maruniak, 2004). A fêmea alimenta-se principalmente ao início da manhã ou final da tarde, de sangue humano e de animais domésticos ou selvagens (Rios e Maruniak, 2004). A longevidade dos indivíduos desta espécie pode ir até aos 84 dias a uma temperatura de 22,2°C com 80% de humidade (Franco e Craig, 1995).

Aedes albopictus é um generalista que facilmente se adapta às diversas condições ambientais em regiões tropicais e temperadas (Lambrechts *et al.*, 2010). Adapta-se melhor em redor das áreas urbanas, com vegetação que lhe proporciona as condições de desenvolvimento larvar e locais de repouso preferidos. Apesar de *Aedes albopictus* ser encontrado, ocasionalmente, para se alimentar e descansar dentro de habitações humanas a sua presença é mais comum no exterior, aumentando o contacto com outros animais e diminuindo o contacto com os humanos (Lambrechts *et al.*, 2010).

Aedes albopictus é zoofílico, alimentando-se de sangue de uma variedade de espécies, o que faz com que seja um vetor potencialmente perigoso, transmitindo agentes patogénicos de outros animais aos seres humanos, e, pelo contrário, pode diminuir a transmissão aos seres humanos uma vez que pode utilizar outros mamíferos como hospedeiros. Algumas experiências demonstraram que quando pode escolher prefere picar os seres humanos aos outros animais (Lambrechts *et al.*, 2010).

A escassez de registos publicados de ocorrências de Dengue diretamente associada a *Aedes albopictus*, apesar das condições favoráveis nos locais onde era a espécie predominante, comprova que *Aedes albopictus* é um vetor menos eficiente de Dengue do que *Aedes aegypti*.

Assim, a sua expansão geográfica e a substituição de *Aedes aegypti* por *Aedes albopictus*, pode reduzir o risco de Dengue. Na maioria das condições, *Aedes albopictus* não seria suscetível de ser responsável por surtos de Dengue em grande

escala. Pelo menos para a Dengue, é tentador especular que a presença desta espécie constitui uma menor ameaça à saúde pública do que *Aedes aegypti* (Lambrechts *et al.*, 2010).

A competição das larvas de *Aedes albopictus* com outros mosquitos em criadouros é normalmente bem-sucedida, o que foi demonstrado em experiências realizadas por Juliano (1998) no sul da Flórida. *Aedes albopictus* foi claramente superior a *Aedes aegypti* na competição em criadouros. A competição por recursos entre as larvas parece ser suficiente para explicar a substituição de *Aedes aegypti* por *Aedes albopictus* em áreas suburbanas e rurais do sul da Flórida. Anteriormente, Black *et al.* (1989), já tinham relatado que os trabalhadores envolvidos no controlo de mosquitos em Houston, Texas, e New Orleans, observaram que a recente introdução de *Aedes albopictus* tinha sido acompanhada por um declínio do *Aedes aegypti*, o que parece ser resultado da competição. Geralmente, *Aedes albopictus* desenvolve-se mais facilmente em áreas rurais e suburbanas do que *Aedes aegypti*. Embora existam casos de diminuição de *Aedes aegypti*, esta espécie é capaz de se manter e ocasionalmente deslocar *Aedes albopictus* em áreas urbanas. Isto suporta a possibilidade de *Aedes albopictus* poder ser o vetor responsável pela manutenção de arbovírus em áreas rurais (Gratz, 2004a).

Em algumas áreas, como Bangkok, Tailândia, *Aedes aegypti* foi deslocado por *Aedes albopictus*, e isso também ocorreu em partes da Flórida, onde são reportados declínios nas populações de *Aedes aegypti* e *Aedes triseriatus* nas áreas de maior expansão do *Aedes albopictus* (Gratz, 2004a).

MODO DE TRANSMISSÃO

À semelhança do que acontece com todas as espécies de mosquito, a fêmea precisa de picar vertebrados para que possa completar o processo de amadurecimento dos ovos. A transmissão de agentes patogénicos ocorre quando a fêmea pica um vertebrado infetado e, após o período de incubação do vírus, retransmitindo-o.

Aedes albopictus apenas pode ser responsabilizado como vetor da Febre de Dengue quando a transmissão ocorre na ausência de *Aedes aegypti*, ou qualquer outro vetor

potencial. Essa transmissão na ausência de *Aedes aegypti*, foi verificada na China, no Japão e nas Seychelles, e mais recentemente, no Havaí e, possivelmente, na ilha da Reunião, no Oceano Índico. Noutras áreas, particularmente no sudeste da Ásia, *Aedes albopictus* é principalmente vetor de manutenção da Febre de Dengue em áreas rurais (Gratz, 2004a).

CAPACIDADE DE VOO E DISPERSÃO

A dispersão de *Aedes albopictus* está ligada ao comércio e ao turismo. Considerando a baixa autonomia de voo, a sua dispersão deve-se à presença de ovos em pneus e produtos de jardim ou ao transporte no interior de veículos (Marí e Peydró, 2009).

A dispersão ativa e passiva são fatores importantes na determinação da distribuição das espécies. A dispersão de *Aedes albopictus* pode ocorrer em todas as fases de desenvolvimento do mosquito (Medlock *et al.*, 2012).

Até há 30-40 anos atrás não havia nenhum registo de movimento desta espécie para novas áreas. No entanto na década de 1980, *Aedes albopictus* começou uma expansão geográfica dramática que continua até hoje. Em 1979 a espécie foi encontrada pela primeira vez na Europa, em sete localidades da Albânia, em pneus importados da China. Inicialmente surgiram numa fábrica de borracha junto ao porto de Durres; a partir daí, os ovos de mosquito foram enviados nos pneus para recauchutagem para outras partes do mundo (Gratz, 2004a; WHO/EMCA, 2011).

O estabelecimento de mosquitos invasivos é um problema para a população local, e prejudica a indústria turística, levando a grandes perdas económicas. Daí o interesse na sua vigilância, uma vez que os países do sul da Europa dependem fortemente das receitas geradas pelo turismo (WHO/EMCA, 2011).

CONTROLO

Para o controlo de qualquer espécie de mosquito é importante conhecer e eliminar os seus criadouros (Oliveira, 2011).

Tal como para *Aedes aegypti*, as campanhas de controlo da população de *Aedes albopictus* enfrentam numerosas dificuldades inerentes à biologia da espécie, como a existência de elevadas percentagens de larvas em propriedades privadas (jardins, pátios, varandas, porões, etc.) onde só o proprietário tem poder para realizar o tratamento. Portanto, a consciência dos cidadãos e o seu envolvimento adquire um papel fundamental para a resolução destes problemas.

É também necessário que a população humana compreenda e reflita sobre o seu papel na propagação do mosquito. Pois, como já foi referido anteriormente, foi o homem que permitiu que *Aedes albopictus* se espalhasse pelos cinco continentes, tendo determinado dispersões devido ao comércio, por presença de ovos em pneus usados e produtos de jardim (Marí *et al.*, 2009).

Programas de vigilância de mosquitos invasivos a nível europeu estão a estudar o seu potencial impacto na Europa Ocidental, em especial na bacia do Mediterrâneo. No entanto não há informação do Sudeste da Europa, incluindo as regiões que pertencem às zonas climáticas adequadas para o estabelecimento de *Aedes albopictus*. Uma vez que os mosquitos invasivos não respeitam as fronteiras, as atividades de vigilância devem incluir todo o continente europeu (WHO/EMCA, 2011).

A melhor forma de conseguir o seu controlo seria melhorando as capacidades para uma efetiva redução de mosquitos nas áreas urbanas, tentando reduzir a densidade de vetor para um nível em que a transmissão da doença fosse improvável. A utilização de inseticidas químicos e a eliminação de criadouros, conjugadas com a cooperação ativa da população e uma vigilância adequada podem ser, à semelhança do que acontece para *Aedes aegypti*, a estratégia para o combate a *Aedes albopictus* (Gratz, 2004b).

3.3 MOSQUITOS DE PORTUGAL

O estudo da fauna de culicídeos em Portugal Continental começou em 1901, com a identificação de nove espécies (Sarmiento, 1901). Em 1931 foi publicada uma monografia onde foram assinaladas 21 espécies (Braga, 1931). O estudo de mosquitos em Portugal continuou com os trabalhos de Cambournac (1938, 1943 e

1976), entre outros investigadores. Entre 1977 e 1988 foi realizado um inventário de todo o território continental do qual resultou a identificação de 40 espécies (Ribeiro *et al.*, 1988). Em 1999 foi publicada uma chave de identificação dos mosquitos de Portugal Continental, Açores e Madeira, atualizando o número de espécies identificadas para 45 no país. Esta listagem inclui *Aedes albopictus*, não identificado em Portugal mas com grande probabilidade de introdução (Ribeiro *et al.*, 1999).

Com a finalidade de conhecer exatamente quais as espécies de vetores presentes em Portugal, em que regiões e qual a sua capacidade vetorial, foi criada uma Rede de Vigilância de Vetores, designada REVIVE, a nível nacional, que resulta de um Protocolo entre a Direcção Geral de Saúde, as Administrações Regionais de Saúde, Instituto da Administração da Saúde e Assuntos Sociais, IP- Região Autónoma da Madeira e o Centro de Estudos de Vetores e Doenças Infecciosas Dr. Francisco Cambournac/Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge (Alves *et al.*, 2010b).

Entre 2008 e 2012 o REVIVE identificou 25 espécies, pertencentes à fauna de culicídeos de Portugal, incluindo *Aedes aegypti*, identificado pela primeira vez na Madeira em 2005 (Margarita *et al.*, 2006). À exceção de *Aedes aegypti*, nenhuma espécie invasora foi encontrada, no entanto, esta é neste momento motivo de preocupação por parte das autoridades de saúde, devido à probabilidade de reintrodução no continente, onde está ausente desde 1956 (Alves *et al.*, 2010a; Alves *et al.*, 2012a).

4 MOSQUITOS VETORES E AGENTES TRANSMITIDOS

4.1 CAPACIDADE VETORIAL

A capacidade vetorial representa a habilidade de uma espécie para transmitir um agente patogénico num determinado local durante um intervalo de tempo. A capacidade vetorial de uma determinada população pode ser afetada por fatores como o tamanho da população de vetores, o número de posturas e a duração do ciclo

gonotrófico, o comportamento alimentar, a sua atividade sazonal e longevidade (Osório *et al.*, 2012).

A capacidade vetorial engloba fatores ambientais, ecológicos, comportamentais e moleculares, subjacente ao papel do inseto na transmissão de patógenos.

Por exemplo, a capacidade vetorial de *Aedes albopictus* é menor do que a de *Aedes aegypti* na transmissão do dengue. A taxa de disseminação do vírus a partir do intestino médio do mosquito *Aedes albopictus* até às suas glândulas salivares é mais baixa que em *Aedes aegypti*. Por outro lado, *Aedes aegypti* é mais adaptado ao meio urbano, alimentando-se apenas de sangue humano, o que aumenta o seu contacto com os humanos, tornando-o mais eficiente a causar epidemias de Dengue (Lambrechts, 2010; Nunes, 2011).

4.2 AGENTES TRANSMITIDOS COM IMPORTÂNCIA EM SAÚDE PÚBLICA

MALÁRIA

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), a malária infeta anualmente 300 a 500 milhões de pessoas, das quais 1.5 milhões acabam por morrer. A maioria são crianças com menos de cinco anos e grávidas. Cerca de 80% dos casos de Malária ocorrem em países Africanos e 15% na Ásia (WHO, 2008).

A malária é uma doença causada por parasitas do género *Plasmodium*, sendo quatro as espécies que infetam os humanos: *Plasmodium falciparum*, *P. vivax*, *P. ovale* e *P. malariae* (WHO, 2008; Toun, 2010). *Plasmodium falciparum*, a espécie mais comum em África, é o responsável pelo maior número de casos graves de doença. A doença, não tem vacina e pode causar febre, calafrios, cefaleia, dores musculares e articulares, náuseas e vômitos. As complicações incluem encefalite, anemia grave, insuficiência renal coma e morte (Toun, 2010).

A malária humana é transmitida por mosquitos do género *Anopheles*, das quais existem centenas de espécies, apesar de nem todas serem vetores nomeadamente por não serem susceptíveis ao desenvolvimento de parasitas (Toun, 2010).

Portugal, assim como outros países europeus da bacia do mediterrânico, foi um país endémico para a malária até 1957, data em que a OMS a considerou erradicada no nosso país.

Anopheles atroparvus, ainda presente em Portugal em abundância, era a espécie vetora de parasitas da malária. Onde o clima é propício à transmissão da malária uma vez que a transmissão da doença pode ocorrer entre 14°C e 35°C. No entanto, atualmente, os casos registados são todos de importação, o que indica que, não só as populações locais de mosquitos não estão infetadas com parasitas da malária, mas também que a temperatura não é o único condicionante. Outros fatores, como a disponibilidade de locais para criadouros, a humidade e a preferência do vetor *Anopheles atroparvus* por picar animais, e não o homem. No entanto, se fosse introduzida uma população de mosquitos infetados com parasitas da malária, dadas as condições climáticas do nosso país, aumentaria o risco de doença (Santos *et al.*, 2002; Santos *et al.*, 2006).

A transmissão da Malária ocorreu na Europa durante um longo período de tempo, em especial no início do século XX. A doença representou um grande problema de saúde no norte e oeste da Europa, nos países do mediterrâneo e em algumas zonas da Europa oriental. Com as medidas de controlo ativas, a eliminação dos criadouros da espécie de vetores *Anopheles*, com a alteração das práticas agrícolas e outras modificações ecológicas, após a Segunda Guerra Mundial, a transmissão da malária foi interrompida e o último caso identificado foi em 1975. Os principais vetores de malária na Europa eram membros do complexo *Anopheles maculipennis*. Na Europa, 18 espécies foram consideradas vetores de malária. As espécies mais importantes foram *An. sacharovi* na Grécia, *An. labranchiae*, *An. sacharovi* e *An. superpictus* na Itália e no sul da França, *An. atroparvus* na Holanda, *An. messeae* na Polónia e na Rússia, *An. atroparvus* no Reino Unido, e *An. atroparvus* e *An. sacharovi* na área da antiga Jugoslávia (Gratz, 2004b).

A relação entre os arrozais e a Malária constituiu, em Portugal, a origem da sistematização de conhecimentos sobre a doença. O aumento do número de casos de Malária era atribuído à expansão das culturas de arroz no Século XIX (Saavedra, 2013).

Em Portugal, adquiriu-se um maior conhecimento desta doença a partir da primeira metade do século XX, principalmente devido aos estudos de Francisco Cambournac. O interesse do Estado pela Malária remonta ao início da década de 30, quando surgiu o primeiro serviço dedicado ao estudo, profilaxia e controlo da Malária, em 1931, com a criação da Estação Experimental de Combate ao Sezonismo de Benavente (Landeiro, 1942 *in* Saavedra, 2013).

Em 1930 foi criada uma Estação Experimental de Combate ao Sezonismo, em Benavente e em 1934 a Estação para o Estudo do Sezonismo em Águas de Moura que veio substituir a de Benavente, por se ter identificado esta zona como a que tinha maior incidência de Malária. Foi em Águas de Moura que se desenvolveu investigação sobre epidemiologia e controlo da malária e que se ensinou a malariologia. Em 1939 esta Estação tornou-se propriedade do Estado Português e passou a designar-se Instituto de Malariologia (Landeira, 1942 *in* Saavedra, 2011; CMP, 2011).

Em 1938 foi criada formalmente a Direcção dos Serviços Anti-Sezonáticos, na dependência da DGS. A estes serviços ficavam subordinados estações e postos anti-sezonáticos. Estes serviços emitiam licenças para a instalação de campos de arroz, rastreavam os casos de Malária, tratavam e promoviam métodos profiláticos. Em 1945 passaram a ser designados Serviços de Higiene Rural e Defesa Anti-Sezonática. Foram extintos em 1984, na sequência da erradicação da Malária (Figueira e Landeira, 1932 *in* Saavedra, 2011).

A Malária em Portugal definia-se, sobretudo em torno das culturas de arroz, resultando em tentativas de regulamentação. Entretanto, novos conhecimentos permitiam tornar os arrozais locais salubres. As intervenções centravam-se na eliminação do mosquito e na prevenção do contacto entre este e a população. O Instituto de Malariologia realizava várias experiências como alterações no tipo de arroz, limpeza de valas, rega intermitente, introdução de Gambusias e larvicidas químicos e, mais tarde o DDT (Hill, 1938; Cambournac e Simões, 1944; Cambournac, 1948 e 1952 *in* Saavedra, 2011).

A aplicação de inseticidas, nomeadamente o DDT, a mecanização das práticas agrícolas, a introdução da monda química e o êxodo rural da década de 60 ditaram o desaparecimento da Malária em Portugal (Baptista, 1993 *in* Saavedra, 2013).

Devido ao grande número de casos importados por imigrantes, turistas infetados e viajantes de negócios de áreas endémicas, a malária continua a ser um problema de saúde pública na Europa mais de 30 anos após sua erradicação. Há registo de casos de malária devido a mosquitos vivos transportados acidentalmente de avião na Bélgica, Itália, Holanda, Suíça e Reino Unido (Gratz, 2004b).

DENGUE

O vírus Dengue (DENV) pertence à família Flaviviridae. Conhecem-se quatro serotipos, nomeadamente DENV-1, DENV-2, DENV-3 e DENV-4. A infeção por um serotipo produz imunidade específica para uma posterior re-infeção pelo mesmo serotipo, no entanto, relativamente aos restantes serotipos, essa imunidade é apenas temporária e parcial (WHO, 1997).

A infeção por vírus Dengue é uma arbovirose transmitida aos humanos pela picada de mosquitos *Aedes* infetados, principalmente *Aedes aegypti* (WHO, 1997).

O vírus Dengue precisa de uma temperatura mínima de 11,9°C para se desenvolver. A partir de 37°C o desenvolvimento do vírus diminui. As espécies de mosquito do género *Aedes* sobrevivem com temperaturas entre 6°C e 40°C, pelo que o intervalo de temperatura que favorece a transmissão de Dengue é entre 11,9°C e 37°C, o que significa que Portugal Continental tem um clima adequado, no entanto a ausência do vetor mantém um baixo risco de doença (Santos *et al.*, 2002).

Após a ingestão de sangue com vírus, por parte do mosquito fêmea a partir do vertebrado infetado, ocorre a infeção das células epiteliais do intestino do mosquito, que se propaga e infeta as glândulas salivares. Segue-se um período de incubação, cerca de oito a 12 dias, após o qual o mosquito pode infetar o homem, através da picada. Quando o homem é infetado, o vírus tem um período de incubação de dois a 15 dias no seu organismo, após o qual começam a surgir os primeiros sintomas da doença, para a qual ainda não existe vacina. O período de virémia é de cerca de cinco dias após início dos sintomas, nesse período o mosquito não infetado pode adquirir o vírus num indivíduo (WHO, 1997; Nunes, 2011).

O vírus Dengue causa uma doença febril denominada Febre de Dengue, que pode evoluir para um quadro hemorrágico seguido ou não de choque, a Febre Hemorrágica de Dengue ou a Síndrome de Choque de Dengue, respectivamente. As infecções pelo vírus Dengue podem ser assintomáticas, em cerca de 60% dos casos, ou causar sintomas clínicos como febre, dores de cabeça severas, dores musculares, nos ossos e nas articulações, erupções cutâneas e leucopenia (baixos níveis de glóbulos brancos no sangue). A febre hemorrágica caracteriza-se por manifestações clínicas mais severas: febre alta, fenómenos hemorrágicos, alterações hepáticas e, em casos mais graves, problemas circulatórios. Alguns pacientes podem desenvolver Síndrome de Choque de Dengue, que pode ser fatal (WHO, 1997).

A febre de Dengue é uma doença dispersa por todos os continentes, excepto o Europeu (Figura 7). Tem causado surtos na América, África, Sudoeste da Ásia, Região Oeste do Pacífico e em vários países do Mediterrâneo Oriental. Mais de 100 países tropicais são endêmicos para o Dengue, destes 60 têm relatado casos de Dengue hemorrágico, com uma taxa de letalidade de 10 a 15% em alguns países (Santos *et al.*, 2002). Estima-se que haja anualmente cerca de 20 milhões de casos de Dengue, resultando em 24 mil mortes (WHO, 1997).

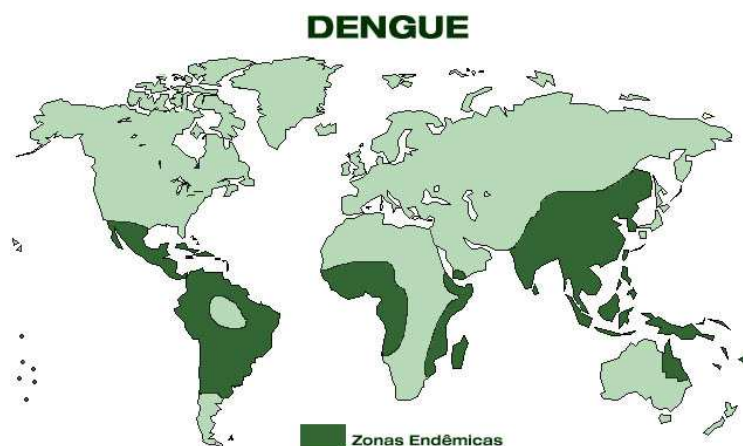


Figura 7 – Distribuição do vírus Dengue no Mundo⁸

⁸ Fonte: projetojovemdoutoronline. Disponível em: <http://projetojovemdoutoronline.wordpress.com/>. Consulta a Setembro de 2013.

FILARIOSE

A Filariose (Philariasis) é uma doença tropical causada pelos parasitas nematóides *Wuchereria bancrofti*, *Brugia malayi* e *Brugia timori*. *Wuchereria bancrofti* tem uma distribuição geográfica muito extensa e encontra-se em quase todos os países tropicais (News Medical, s.d.). Os vetores são insetos hematófagos onde se decorrem as fases de maturação do parasita. O seu ciclo de transmissão é homem-mosquito-homem.

O parasita *Brugia malayi* encontra-se no sul e leste da Ásia. Observado em áreas pantanosas da Malásia Ocidental é um parasita que tem outros vertebrados no seu ciclo de transmissão, além do homem, como é o caso dos animais domésticos.

O *Brugia timori* é uma espécie bem diferenciada, característica de pequenas ilhas ao leste da Indonésia (OMS, 1984). O ciclo evolutivo dos parasitas tem início no homem, com a picada do vetor, ocupando o seu sistema linfático (Albuquerque, 1993).

A filariose linfática (a mais comum) ataca o sistema e os gânglios linfáticos obstruindo-os, e causando edema linfático. Pode causar sinais e sintomas como: febre; náuseas e mal-estar; arrepios; sensibilidade dolorosa; vermelhidão ao longo dos vasos linfáticos; inchaço dos gânglios linfáticos ou cegueira (News Medical, s.d.).

Em Portugal, a filariose já foi registada num humano (filariose ocular), na zona da Comporta (Alcácer do Sal). O mosquito vetor terá sido *Culex theileri*. A filariose é prevalente em canídeos, especialmente na zona de Setúbal (Almeida, 2011).

A filariose foi também registada em países da Europa do Leste e do Sul. Os vetores mais importantes são *Ochlerotatus caspius* e *Aedes vexans*. Os países com maior prevalência são a Itália, seguida da França (incluindo a Córsega) e da Espanha (Gratz, 2004b).

INFECÇÃO POR VÍRUS WEST NILE

O flavivírus *West Nile* é o agente patogénico da febre com o mesmo nome. A infeção pode ser assintomática (em cerca de 80% das pessoas infetadas) ou pode levar a

febre ou a doença grave. Cerca de 20% das pessoas infetadas com vírus *West Nile* desenvolverá febre. Os sintomas incluem febre, dor de cabeça, cansaço e dores no corpo, náuseas, vômitos, erupção cutânea e gânglios linfáticos inchados. Os sintomas de doença grave (encefalite, meningite ou poliomielite) incluem dor de cabeça, febre alta, rigidez do pescoço, desorientação, coma, tremores, convulsões, fraqueza muscular e paralisia. Estima-se que cerca de 1 em 150 pessoas infetadas com o vírus *West Nile* irão desenvolver uma forma mais grave da doença principalmente, pessoas com mais de 50 anos e imunocomprometidas (WHO, 2011).

O vírus é mantido na natureza num ciclo de transmissão mosquito-ave-mosquito. Os reservatórios deste vírus na natureza são as aves, que não sofrem qualquer sintoma, podendo manter o vírus em circulação durante muito tempo, permitindo que os mosquitos as piquem, transmitindo o vírus ao homem e a equinos. As aves migratórias podem levar à dispersão do vírus a grandes distâncias (Santos *et al.*, 2006 e Osório *et al.*, 2012).

O vírus *West Nile* foi descrito pela primeira vez no Uganda em 1937 (Smithburn, 1940). Está presente em grande parte da África, Ásia e Europa e, desde 1999, na América do Norte, sendo endémico na Europa. O vetor mais importante, na Europa é *Culex pipiens* (Kilpatrick, 2011), mas o vírus tem sido isolado a partir de muitas outras espécies como *Culex modestus* em França, *Coquillettidia richiardii* e *Ochlerotatus caspius* na Bulgária, *Aedes cinereus* e *Aedes vexans* na República Checa, *Anopheles maculipennis* em Portugal e na Ucrânia. A taxa de letalidade, em 1996, no surto que ocorreu na Roménia foi de 15,1% em doentes com encefalite aguda e 1,8% em doentes com meningite aguda. No total, estima-se que cerca de 70.000 pessoas tenham sido infetadas durante a epidemia. O vírus foi isolado de humanos, animais, aves e mosquitos na Albânia, Áustria, Bielorrússia, Bósnia, Bulgária, Croácia, República Checa, França, Grécia, Hungria, Itália, Moldávia, Polónia, Portugal, Roménia, Rússia, Sérvia, Eslováquia, Espanha e Ucrânia e em cavalos em França. No período de 1996-2001, houve um aumento em surtos de doenças causadas por vírus *West Nile* em animais e seres humanos. As previsões apontam para que continuem a ocorrer surtos deste vírus na Europa, pois apesar de haver vacina para equinos, ainda não existe para humanos (Gratz, 2004b).

O vírus *West Nile* foi detetado no nosso país na década de 1960-1970, em cavalos e em humanos, na zona de Beja. O vírus foi isolado em mosquitos do complexo de

espécies *Anopheles maculipennis*, provavelmente em *Anopheles atroparvus* (Filipe, 1972). Em 1996 foi também detetado na zona do estuário do Tejo, em fêmeas de mosquito desta espécie (Fernandes *et al.*, 1998).

Em 2004, o vírus *West Nile* foi novamente identificado em Portugal, em dois casos clínicos de turistas que visitaram o Algarve (Connell *et al.*, 2004). O vírus foi identificado em mosquitos *Culex pipiens* e *Culex univittatus*, na zona da Ria Formosa (Esteves *et al.*, 2005).

Entre 2004 e 2011 o Laboratório Nacional de Investigação Veterinária (LNIV) realizou testes serológicos em aves e cavalos, que revelaram a presença e circulação do vírus *West Nile* em Portugal (Fevereiro, 2011).

Em 2010 foi diagnosticado um novo caso de infeção por vírus *West Nile* no concelho de Palmela (Alves *et al.*, 2012b).

CHIKUNGUNYA

A infeção por vírus Chikungunya é uma virose transmitida por mosquitos do género *Aedes* a vertebrados, para a qual não há nenhuma vacina antiviral. A palavra Chikungunya, utilizada tanto para o vírus como para a doença, significa "andar curvado" em algumas línguas do leste Africano, e refere-se ao efeito das dores nas articulações que caracterizam esta infeção. O vírus Chikungunya, arbovírus pertencente ao género *Alphavirus* (família *Togaviridae*), é sensível à dessecação e a temperaturas acima de 58°C (ECDC, sd; Pialoux, 2007).

O vírus Chikungunya é endémico em África, Sudeste da Ásia e subcontinente indiano. Foi identificado pela primeira vez na Tanzânia, em 1953 (Robinson, 1955). Durante os últimos 50 anos, inúmeras reemergências de Chikungunya foram documentadas em África e na Ásia, com intervalos irregulares de dois a 20 anos, entre os surtos. Em 2004, a Chikungunya surgiu no Quênia. A doença espalhou-se para as Comores, outras ilhas do Oceano Índico e na Índia. Na Reunião, foram notificados cerca de 244 mil casos de infeções pelo vírus Chikungunya e 203 mortes resultantes entre abril de 2005 e abril de 2006. No total, estima-se que, de 2004 a 2006, tenha havido um milhão de novos casos de Chikugunya na área do oceano Índico (Charrel *et al.*, 2007).

No continente europeu, o primeiro surto autóctone ocorreu em Itália em 2007 (217 casos confirmados por laboratório) (Charrel *et al.*, 2007). Este foi o primeiro surto relatado numa região não tropical, onde um vetor competente para o vírus Chikungunya (*Aedes albopictus*) estava presente em abundância. Em 2010, foram detetados em França dois casos autóctones ligados a casos importados (Grandadam *et al.*, 2011). Atualmente, a febre Chikungunya está presente em mais de 40 países (ECDC, sd).

Os seres humanos são o principal reservatório do vírus Chikungunya, que pode também ser isolado em macacos e em pequenos mamíferos. Chikungunya é transmitido pela picada dos mosquitos *Aedes*, principalmente *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* (ECDC, sd).

O período de incubação é de 1 a 12 dias, com uma média de 3-7 dias. Nos seres humanos, a carga viral no sangue pode ser muito alta no início da doença, e tem a duração de 5-6 dias (até 10 dias), o que permite que os mosquitos se alimentem e disseminem o vírus (ECDC, sd).

A infeção pode ser assintomática, em 10-15% dos casos, mas a doença é caracterizada por um início súbito de febre, cefaleia, mialgia, erupção cutânea e poliartrite dolorosa e incapacitante, que pode durar meses ou anos. Menos frequentemente podem surgir náuseas, vômitos e sintomas hemorrágicos. Na fase crónica da doença, que pode durar anos, 30-40% das pessoas infetadas têm artralgia persistente, que pode ser incapacitante e algumas podem ter complicações neurológicas e sensoriais (ainda pouco conhecidas) (ECDC, sd; Renault *et al.*, 2007).

Uma espécie invasora é uma espécie que não é nativa de um determinado ecossistema e que está presente porque foi introduzida, que se estabelece e se propaga podendo causar impacto sobre as espécies nativas e os ecossistemas ou danos à saúde humana e animal (Juliano e Lounibos, 2005).

“A introdução de espécies não indígenas na Natureza pode originar situações de predação ou competição com espécies nativas, a transmissão de agentes patogénicos ou de parasitas e afetar seriamente a diversidade biológica, as atividades económicas ou a saúde pública, com prejuízos irreversíveis e de difícil contabilização. Acresce que, quando necessário, o controlo ou a erradicação de uma espécie introduzida, que se tornou invasora, são especialmente complexos e onerosos.” (Decreto-Lei n.º 565/99, de 21 de dezembro)

Desde o século XX que têm vindo a aumentar o número de meios de transporte e a sua velocidade proporcionando a dispersão das espécies em todas as direções. O desenvolvimento dos caminhos-de-ferro, a proliferação de estradas e veículos automóveis, o transporte de pessoas e bens via aérea e marítima, as movimentações à superfície e o comércio de espécies hortícolas e de plantas, proporcionaram numerosas oportunidades para a introdução e dispersão de espécies. A grande maioria das invasões biológicas deixou de ser causada essencialmente pelos animais, pelo vento e pelas correntes marinhas e passou a ser provocada pelas atividades humanas (Williamson, 1996).

A maioria das invasões não tem sucesso. Estima-se que apenas 10% das espécies introduzidas terá sucesso para persistir e 10% destas se torne praga. No entanto, um número considerável de espécies invasoras tornou-se praga, provocando prejuízos na agricultura, na pecuária e na silvicultura, e dificultando a gestão das áreas protegidas (Williamson, 1996).

Os problemas relacionados com a invasão e a propagação das espécies têm grande importância para a sociedade humana podendo causar danos ao ambiente, à economia e/ou à saúde humana. Podem causar perdas consideráveis na agricultura,

afetam o setor do turismo e a saúde humana em todo o mundo quando introduzem agentes patogénicos e ao competirem com espécies nativas podem levar à diminuição ou mesmo à extinção dessas populações (Santos, 2013).

Por outro lado, em alguns casos, é difícil resolver os problemas criados com a introdução de uma espécie, porque esta pode ser encarada como nociva por um setor da sociedade, mas como benéfica por outro setor (Silva *et al.*, 2008).

O processo de invasão varia de acordo com numerosos fatores, nomeadamente as características da espécie invasora, as características do ecossistema invadido e as interações com as espécies nativas (Lockwood *et al.*, 2007).

No caso dos insetos, a taxa de crescimento populacional, os hábitos alimentares, a amplitude dos intervalos de tolerância para os fatores ambientais, a dimensão e a capacidade de dispersão, poderão ser importantes, mas não conclusivos, como indicadores da capacidade de invasão (Simberloff, 1989).

De acordo com Lockwood *et al.* (2007), há quatro estádios no processo de invasão:

- O transporte. Veículo que permite à espécie chegar a um novo local.
- O estabelecimento. Após o sucesso do transporte a espécie tem condições para se estabelecer no seu novo habitat.
- A expansão. Capacidade que a espécie tem de conseguir dispersar, de abranger uma grande área.
- O impacto. Depois de se conseguir expandir vai gerar um impacto, que pode ser perceptível ou não. Muitas vezes a população só se apercebe da sua presença quando a espécie está perfeitamente instalada.

A espécie em processos invasivos pode não atingir, cada um dos estágios. De acordo com Colautti e MacIsaac (2004) cada um dos estágios do processo de invasão surge como um filtro.

Os fatores que condicionam a invasão de um habitat por uma espécie podem ser bióticos ou abióticos: competição com espécies nativas, presença de inimigos naturais,

condições climáticas, distúrbios naturais ou perturbações humanas no meio, composição do meio (nutrientes da água e do sol, luminosidade, precipitação, topografia, etc.) (Silva *et al.*, 2008).

5.1 MOSQUITOS INVASORES

Muitos autores referem a introdução de espécies exóticas de mosquitos invasores como uma consequência não só das alterações globais, nomeadamente as alterações climáticas, mas também das alterações demográficas, sociais e genéticas nos agentes patogénicos e resistência dos vetores a inseticidas (Marí e Peydró, 2009; Karim *et al.*, 2012).

As vias de introdução de espécies de mosquitos exóticas são variadas, geralmente comerciais. No entanto, apesar de introdução não ser sempre sinónimo de invasão, todas as espécies exóticas devem ser consideradas potencialmente invasivas até que se prove que não há nenhum efeito adverso associado à sua presença (Marí e Peydró, 2009).

As espécies de mosquitos invasivos caracterizam-se pela sua capacidade de colonizar novos territórios. A atividade humana, especialmente o movimento global de bens comerciais, levou à dispersão de espécies anteriormente confinadas a regiões específicas. Tem sido observado um aumento considerável na disseminação de espécies de mosquitos invasivos na Europa desde a década de 1990 (ECDC, 2012c).

Há pouca informação acerca do exato processo invasivo dos mosquitos. Uns porque se verificaram há muito tempo e não há registo histórico, outros por serem tão recentes que ainda não há estudos completos. O mosquito invasor mais estudado, e com mais informação disponível é o *Aedes albopictus* (Juliano e Lounibos, 2005).

Dois processos ecológicos que podem influenciar as invasões de mosquitos são a interação entre espécies e os efeitos do clima. A interação entre espécies pode afetar as espécies residentes ou servir como barreira à invasão. O clima pode promover o sucesso da invasão, atuar como barreira, alterar o impacto da invasão ou atuar como agente de seleção natural em mosquitos invasivos (Juliano e Lounibos, 2005).

Juliano e Lounibos (2005) analisam o processo de competição interespecífica, predação e competição, bem como os dados sobre os efeitos do clima em invasões de *Aedes albopictus* o que, segundo os autores, poderá melhorar a compreensão, não só dos mosquitos invasores, mas também das espécies invasoras em geral.

De acordo com este artigo, a resistência dos ovos à dessecação está fortemente associada à introdução de uma espécie não nativa, talvez por aumentarem a probabilidade de sucesso do transporte. Também o fato de se desenvolverem em pequenos recipientes artificiais, em buracos de árvores, em bromélias ou em piscinas naturais é uma característica comum em espécies de mosquitos invasivos. Por outro lado, a probabilidade de uma espécie se tornar invasiva depende das características do habitat, por exemplo, habitats associados à presença do homem.

5.1.1 IMPACTOS DAS INVASÕES DE MOSQUITOS

Há dois tipos de impactos dos mosquitos invasores com efeitos, geralmente, negativos: os impactos sobre as espécies nativas e ecossistemas e os impactos sobre a saúde humana e animal. No primeiro caso os efeitos podem ser aplicados a quaisquer espécies invasoras, no segundo caso os impactos são especialmente relevantes para os vetores (Juliano e Lounibos, 2005).

De acordo com os diferentes estágios do ciclo de vida dos mosquitos os seus impactos sobre o meio são diferentes. Assim, na fase larvar, aquática, os seus efeitos são sobre outras espécies, e na fase adulta representam ameaças para a saúde humana.

No contexto das invasões, os efeitos da competição e da predação podem explicar os impactos das espécies invasoras sobre as espécies nativas ou podem funcionar como barreira à invasão. Um mosquito invasivo pode alterar a transmissão de uma doença se for um vetor eficiente. No entanto, pode acontecer o oposto se o invasor for substituir a população residente que é vetora de doença, podendo assim ser utilizado como forma de controlo (Juliano e Lounibos, 2005).

A superioridade na competição interespecífica é uma característica atribuída a espécies não nativas, o que lhes permite tornarem-se invasivas. Mas esta superioridade só é

necessária para a invasão e propagação se o invasor encontrar espécies semelhantes e se os recursos forem limitados.

Nos casos estudados de invasões por *Aedes albopictus*, a sul da América do Norte, verificou-se a diminuição e em alguns casos a extinção da espécie invasora residente *Aedes aegypti*, o que comprova a competição interespecífica. Também no Brasil se verifica uma superioridade na competição larvar em recipientes artificiais para *Aedes albopictus* (Juliano e Lounibos, 2005). Na Europa, a invasão por *Aedes albopictus* está a ser relacionada com a diminuição da abundância de *Aedes aegypti* (Juliano e Lounibos, 2005).

Os efeitos da competição variam de acordo com o ambiente em que ocorre. Por exemplo, em habitats mais secos há vantagem competitiva para *Aedes aegypti*, pois há um aumento da mortalidade dos ovos de *Aedes albopictus* (Juliano e Lounibos, 2005).

Na Flórida existem espécies de mosquitos residentes que limitam o sucesso invasivo de *Aedes albopictus*. Em bromélias ocupadas por larvas do mosquito *Wyeomyia* spp. verificam-se problemas na sobrevivência do mosquito invasor, constituindo assim uma barreira à sua introdução (Juliano e Lounibos, 2005).

Não há respostas para os processos ecológicos que predominam na invasão de mosquitos, mesmo para a espécie mais estudada. A competição interespecífica é evidente na sua interação com *Aedes aegypti* e em menor grau com *Culex pipiens*, mas, em outros sistemas, a predação como barreira à invasão é fundamental. As limitações climáticas também são importantes mas os processos evolutivos das espécies podem levá-las a adaptar-se (Juliano e Lounibos, 2005).

A saúde humana é profundamente afetada pelo clima (Real, 2007).

A OMS (Organização Mundial de Saúde) prevê que os efeitos das alterações climáticas na saúde sejam muito negativos. Afetarão os determinantes sociais e ambientais da saúde (ar limpo, água potável, comida e abrigo seguro), com consequente aumento do número de mortes por doenças como a febre de Dengue e a Malária, desnutrição e doenças causadas por parasitas ligados à água, além das mortes causadas por eventos extremos como inundações, secas e ciclones (Real, 2007; WHO, 2012a; WHO/WMO, 2012).

Um relatório da OMS, desenvolvido em parceria com a União Europeia, que monitorizou as estratégias de adaptação da saúde ao aquecimento global, entre 2001 e 2004, refere que há um conjunto de doenças relacionadas com as alterações climáticas que está a aumentar em toda a Europa, nomeadamente as diarreias relacionadas com a água e alimentação contaminadas, malária e *leishmaniose* causadas por agentes infecciosos próprios das regiões tropicais e as alergias (WHO, 2008).

6.1 O CLIMA NO MUNDO

O relatório “O Clima Global 2001-2010 – Uma Década de Extremos” da Organização Meteorológica Mundial (OMM, 2013), destaca que a primeira década do século XXI foi a mais quente em ambos os hemisférios, quer para as temperaturas na terra, quer no mar, desde que se efetuaram os primeiros registos, em 1850. As temperaturas elevadas foram acompanhadas pelo rápido declínio no gelo do Oceano Ártico e por uma acelerada perda da camada de gelo dos glaciares mundiais. Daqui resultou o aumento dos níveis médios do mar em cerca de três milímetros (mm) por ano. De acordo com este relatório, o nível do mar, ao longo da década 2001-2011, foi em média cerca de 20 cm mais elevado que na década de 1880 (WMO, 2013).

O lançamento do relatório coincide com a primeira sessão sobre o Painel Intergovernamental sobre Alterações Climáticas, que supervisiona a implementação do Enquadramento Mundial para os Serviços Climáticos, uma iniciativa internacional para melhorar e expandir informação científica de âmbito climático para ajudar a sociedade a lidar com as alterações climáticas. O seu objetivo é fornecer informações e previsões para tomada de decisões na agricultura, saúde, desastres naturais, recursos hídricos e outros setores (WMO, 2013).

A temperatura média da terra e da superfície do oceano para a década 2001-2010 foi estimada em 14,47°C (Figura 8), o que representa 0,47°C acima da média global de 1961-1990 e 0,21°C acima da média global de 1991-2000 (com um fator de incerteza de $\pm 0,1^\circ\text{C}$) (WMO, 2013).

A temperatura global aumentou em média 0,17°C por década entre 1971 e 2010, enquanto, para todo o período 1880-2010 aumentou, em média, 0,06°C, por década, A média de temperatura da década 2001-2010 foi 0,21°C mais quente do que em 1991-2000, que por sua vez foi 0,14°C mais quente do que 1981-1990 (WMO, 2013).

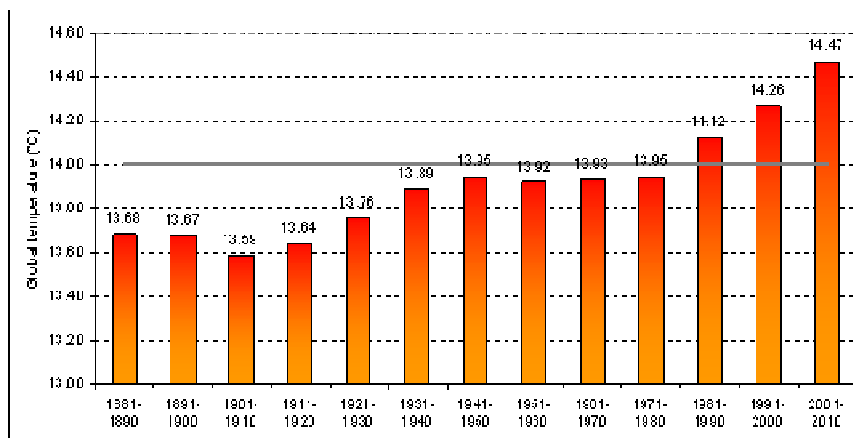


Figura 8- Evolução da temperatura mundial, do ar e da superfície do mar, por décadas. A linha cinzenta horizontal indica o valor da temperatura média de longo prazo (14 °C)⁹

⁹ Fonte: World Meteorological Organization, 2013.

Foram observadas temperaturas acima da média em quase 94% dos países, em 2001-2010 e nenhum país teve temperaturas médias mais baixas, em especial nas altas latitudes do hemisfério norte. A Groenlândia registou a maior anomalia da década, 1,71°C acima da média global da década e uma temperatura, em 2010, de 3,2°C acima da média. África experimentou temperaturas mais quentes que as condições normais em todos os anos da década (WMO, 2013).

A década 2001-2010 foi a segunda mais chuvosa desde 1901. Globalmente, 2010 foi o ano mais chuvoso desde que há registos. Na maior parte dos países foi observada precipitação acima da média, particularmente no leste dos EUA, norte e leste do Canadá, e em muitas partes da Europa e da Ásia Central (WMO, 2013).

6.1.1 ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS

O clima da Terra varia de acordo com estações, décadas e séculos em resposta a variáveis naturais ou humanas. A variação natural do clima em diferentes escalas de tempo é causada por ciclos e tendências na órbita da Terra, a radiação solar, a composição química da atmosfera, a circulação oceânica, a biosfera entre outros fatores (Reiter, 2001).

As alterações climáticas referem-se a mudanças de longo prazo no estado do clima e podem ser causadas por fatores naturais. No entanto, alguns autores defendem que as que têm ocorrido, desde meados do século passado, podem ter sido causadas, em grande parte, pelas atividades humanas que levam ao aumento da emissão de gases com efeito de estufa, emissões de poluentes e outros aerossóis, e alterações da superfície da terra, como a urbanização e a desflorestação (Reiter, 2001).

O clima da Terra sempre esteve em mudança. No último século tem decorrido uma fase de aquecimento. Esta foi precedida por um período de frio, a Pequena Idade do Gelo, que foi precedida por uma fase mais quente conhecida como o Período Medieval Quente. Fatores naturais que causam a variabilidade climática incluem flutuações da energia do sol radiante, alterações na transparência da atmosfera e as mudanças cíclicas de rotação da Terra sobre seu próprio eixo e sua órbita ao redor do sol. Além disso, a circulação da atmosfera e dos oceanos, que são os principais componentes

do clima, estão sujeitos a variações internas em escalas de tempo que vão desde semanas a milênios. É a complexa interação de todas essas variáveis que gera a contínua mudança do clima (Reiter, 2001).

A consciência do aquecimento do clima levou ao início da preocupação do efeito que as atividades humanas podem ter sobre o clima.

Embora o principal gás de efeito estufa seja o vapor de água, as atenções estão centradas no dióxido de carbono, a principal fonte de carbono essencial a quase toda a vida do planeta. A partir do Século XIX, a desflorestação maciça e o aumento exponencial na queima de combustíveis fósseis (carvão, petróleo, gás), produziu um aumento considerável do CO₂ atmosférico. Muitos climatologistas consideram que este aumento de 28% nas emissões de CO₂ na atmosfera, juntamente com um aumento de outros gases de efeito estufa, de origem antropogénica, podem estar a contribuir para o aquecimento verificado nas últimas décadas (Reiter, 2001).

Esta questão não é consensual. No entanto, a possibilidade de que as atividades humanas possam estar envolvidas, implica que parte do aquecimento global possa ser reversível, o que levou ao empenho científico e público na discussão deste problema. A saúde humana e as doenças transmitidas por mosquitos, em particular, fazem parte dos temas em destaque nessa discussão (Reiter, 2001).

6.2 EFEITO DOS FATORES CLIMÁTICOS NA BIOLOGIA E ECOLOGIA DOS MOSQUITOS

A temperatura é um fator importante tanto na densidade do vetor como na sua capacidade vetorial, aumentando ou diminuindo a sobrevivência do vetor, condicionando a taxa de crescimento das suas populações, interferindo na sua suscetibilidade aos agentes patogénicos, alterando o período de incubação do agente no vetor e mudando a atividade e padrão de transmissão entre estações (López-Vélez e Moreno, 2005).

Aumentando a temperatura da água nos criadouros, a transformação larva-adulto ocorre mais rapidamente, acelerando o ciclo reprodutivo. Ao diminuir o tempo

necessário para a maturação provoca-se a diminuição de tamanho da larva e, conseqüentemente, formam-se adultos mais pequenos (López-Vélez e Moreno, 2005).

Em algumas regiões por exemplo, em zonas temperadas, os mosquitos estão expostos a estações climáticas hostis, sobrevivendo ao inverno, por processos de hibernação/diapausa. Nas partes mais frias das zonas temperadas as espécies do género *Aedes*, hibernam na forma de ovo. Nas partes menos frias dessas zonas muitas espécies passam o inverno no estado larvar. As fêmeas adultas de algumas espécies hibernam em lugares abrigados, utilizando as suas reservas de energia. Outras espécies hibernam parcialmente, aproveitando um aumento de temperatura para picar o homem ou animais domésticos sem sair para o exterior; no entanto nestas circunstâncias não há desenvolvimento ovário. Algumas espécies conseguem sobreviver em regiões muito secas e quentes de África, até ao final da estação seca, no entanto desconhece-se o processo pelo qual essa sobrevivência ocorre (WHO, 1984).

Os limites de temperatura para a transmissão de doença por mosquitos são 14-18°C, no limite inferior, e 35-40°C, no limite superior. Um pequeno aumento no limite inferior poderia dar lugar a um aumento na transmissão de doenças. No entanto, um aumento do limite superior levaria à morte do mosquito (López-Vélez e Moreno, 2005).

A temperatura ótima para o desenvolvimento larvar varia para cada espécie, encontrando-se entre os 20-30°C. As variações de temperatura são prejudiciais; as temperaturas mínimas poderão corresponder a um retardamento ou paragem no desenvolvimento e as máximas poderão ter um efeito letal na larva. Por exemplo, *Aedes aegypti* suporta temperaturas no intervalo 14-30°C e *Aedes vittatus* resiste a temperaturas superiores a 30°C (Forattini, 1996).

Um aumento da precipitação pode aumentar o número e a qualidade dos criadouros de mosquito, mas se for em excesso, o que acontece quando ocorrem inundações, pode eliminá-los.

As secas, por um lado podem eliminar os pequenos criadouros existentes, mas, por outro lado, em algumas zonas, podem secar linhas de água superficiais, criando pequenos charcos, ou seja, novos criadouros. As secas podem ainda limitar o acesso

dos mosquitos à água, levando-os a alimentarem-se mais vezes, aumentando o número de picadas (López-Vélez e Moreno, 2005).

A humidade elevada é favorável à vida das espécies. No entanto humidades muito altas têm um efeito dissuasor sobre a alimentação quando as temperaturas são elevadas (Christophers, 1960).

O ambiente das formas imaturas do mosquito é aquático, no entanto, as larvas e pupas necessitam de ar atmosférico.

Há uma gama de temperaturas ótimas para o crescimento das formas imaturas dos mosquitos. Esta gama de temperaturas é mais baixa para as espécies de zonas temperadas do que para as espécies de zonas tropicais, e dentro da mesma área geográfica há variações que dependem das espécies. Assim, a temperatura é um dos fatores que limitam a distribuição geográfica de uma espécie. As chuvas moderadas e frequentes aumentam as possibilidades de proliferação dos mosquitos, por outro lado as chuvas intensas e repetidas arrastam e eliminam os criadouros. A profundidade de penetração da luz na água é outro fator importante. As formas imaturas vivem grande parte do tempo à superfície da água. Assim, o fato de o criadouro estar à luz ou à sombra determina a espécie presente. A plantação de sebes para fazer sombra em alguns criadouros é uma das estratégias adotadas como método de controlo de algumas espécies de mosquitos vetores (WHO, 1984).

A dispersão do mosquito adulto depende principalmente da direção do vento e em casos de vento forte, os mosquitos podem ser arrastados para muito mais longe do que o que seria de esperar. Os adultos da maior parte das espécies tropicais, em condições atmosféricas normais, têm um raio de voo de 1 a 3 km. Algumas espécies de zonas temperadas voam 4 a 5 km e conhecem-se casos em que a distância percorrida chegou aos 10 km. A dispersão ocorre, também, como consequência das atividades humanas desde os tempos mais remotos. No entanto, o aumento do número de veículos tem vindo a tornar muito maior o perigo de dispersão passiva de espécies de vetores (WHO, 1984).

O voo, a procura de hospedeiro e a ingestão de alimento do mosquito efetuam-se geralmente em ambientes quentes e húmidos. Muitas espécies picam na segunda metade da noite, quando a humidade relativa é máxima (WHO, 1984).

6.3 IMPACTO DO CLIMA NAS DOENÇAS TRANSMITIDAS POR VETORES

O clima afeta a distribuição geográfica e temporal dos vetores de doença que representam uma ameaça importante para a segurança da saúde (WHO/WMO, 2012).

As doenças transmitidas por vetores apresentam, com frequência, padrões sazonais distintos, mostrando que a ecologia, desenvolvimento, comportamento e sobrevivência dos mosquitos e a dinâmica de transmissão de doenças são influenciados por fatores climáticos. Os mesmos fatores desempenham também um papel crucial na sobrevivência e de transmissão dos agentes patogénicos que eles transmitem (Reiter, 2001). Os países com um clima temperado, como é o caso de Portugal, correm o risco de as condições climáticas futuras, devidas às alterações climáticas, serem mais favoráveis às doenças transmitidas por vetores (Santos, 2002).

Os cenários de alterações climáticas traçados para o nosso país indicam um aumento do número de dias com temperaturas adequadas à transmissão da malária, pelo que, o risco de contrair doença em Portugal, na presença de mosquitos infetados, passaria de muito baixo a médio.

O mosquito vetor da dengue, *Aedes* também é altamente sensível às condições climáticas. Vários estudos sugerem que as alterações climáticas podem expor mais de dois mil milhões de pessoas à transmissão de Dengue até 2080 (WHO/WMO, 2012). Neste momento não há risco de contrair Dengue em Portugal Continental uma vez que o vetor não tem sido identificado. No entanto, se houvesse introdução do vetor o risco passaria a ser baixo. Os cenários de alterações climáticas apontam para um aumento do número de dias adequados à transmissão do vírus, propiciando o aumento da sua distribuição, pelo que o risco de contrair doença passaria a ser nível médio.

O vírus do *West Nile* apresenta, nas circunstâncias atuais, um baixo risco no nosso país, apesar da presença de vetores competentes (várias espécies de *Anopheles* e *Culex*) e do vírus (em vetores, animais e seres humanos). Em cenários de alterações climáticas em Portugal, os períodos de sobrevivência de mosquitos vetores tenderiam a aumentar, o que poderia levar a um aumento do número de hospedeiros e consequente aumento do risco de contrair a doença para nível médio.

Vários investigadores, na área da saúde pública, têm referido que o clima circunscreve a distribuição de doenças transmitidas por mosquitos e afeta a duração e a intensidade dos surtos e pode levar a modificações em cenários de alterações climáticas. Alguns modelos indicam mesmo um potencial de propagação das doenças transmitidas por vetores para áreas geográficas de maiores altitudes e latitudes, em cenários de aquecimento global (Epstein et al., 1998).

Há vários estudos por todo o mundo que concluem que o aumento das temperaturas globais pode levar ao aumento da distribuição e do número de casos de doenças transmitidas por vetores. Um bom exemplo é o estudo de Karim (2012), que concluiu que, efetivamente, há relação entre o clima e a ocorrência de casos de Dengue em Dhaka city (Karim *et al.*, 2012; López-Vélez e Moreno, 2005).

É, especialmente, o aumento das temperaturas mínimas que favorece a atividade dos mosquitos. Por outro lado, uma atmosfera mais quente contém mais humidade (6% a mais para cada 1° C) o que também favorece a atividade dos mosquitos (Epstein et al., 1998).

No entanto, de acordo com Reiter (2001) a história das três principais doenças transmitidas por vetores, Malária, Febre-Amarela e Dengue, revelam que o clima raramente tem sido o principal determinante da sua prevalência. As atividades humanas e seu impacto na ecologia têm sido geralmente muito mais significativas. O autor refere, inclusivamente, no seu artigo que a erradicação da Malária na Europa ocorreu durante uma fase de aquecimento, e que se deveu sobretudo a mudanças demográficas e das condições de vida humanas.

Ao longo do seu artigo, o autor dá exemplos de transmissão e erradicação de doenças transmitidas por vetores, com os quais demonstra que não há nenhuma evidência do papel das alterações climáticas. No entanto, reconhece que o aumento da temperatura, conjugado com os hábitos humanos pode, no futuro, aumentar o alcance dos vetores e consequentemente das doenças por eles transmitidas, nomeadamente na região do Mediterrâneo e nos trópicos.

Conclui-se que, para além das alterações climáticas, há muitos outros fatores que podem influenciar a epidemiologia das doenças transmitidas por vetores, nomeadamente, a composição atmosférica, a urbanização, o desenvolvimento

económico e social, o comércio internacional, a migração humana, o desenvolvimento industrial, o uso da terra e o desenvolvimento agrícola. Assim, os estudos sobre as alterações na epidemiologia de doenças transmitidas por vetores devem incluir variáveis demográficas, económicas e ambientais pois não há provas inequívocas de que as alterações climáticas tenham alterado substancialmente a distribuição geográfica, o comportamento ou a sobrevivência de vetores e agentes patogénicos (López-Vélez e Moreno, 2005).

7 CULICÍDEOS INVASORES CAUSADORES DE DOENÇA

7.1 EUROPA

As doenças infecciosas emergentes são motivo de preocupação em todo o mundo e em particular na Europa. Entre 1940 e 2004, a maioria das doenças infecciosas emergentes surgiu em áreas com grande mobilidade e elevada densidade de população, nomeadamente na Europa Ocidental. Além disso, na década 1990-2000, cerca de 29% das doenças infecciosas emergentes registadas foram doenças transmitidas por vetores (Hendrickx e Lancelot, 2010).

O número de infeções transmitidas por mosquitos endémicos na Europa é substancial. Algumas dão origem a surtos epidémicos periódicos, enquanto outras causam apenas casos esporádicos de doença. Em geral, existe um aumento no número de infeções, especialmente nas causadas por arbovírus. A malária, que tinha sido erradicada em 1975, após as campanhas de erradicação da OMS, está a reaparecer em alguns países da Europa Oriental e os casos esporádicos na Europa Ocidental estão a aumentar. Por outro lado, estão a aparecer novas doenças transmitidas por mosquitos no continente europeu (Gratz, 2004b).

Na Europa já houve registo de várias doenças transmitidas por mosquitos. Dengue, Chikungunya, *West Nile*, Malária e Filariose são as mais importantes. O Quadro 1 mostra a relação destas doenças com a sua transmissão na Europa e o mosquito vetor (WHO/EMCA, 2011).

Quadro 1 - Relação entre Malária, Dengue, Chikungunya, febre do Vírus West Nile e Filariose, com a sua distribuição na Europa e o mosquito vetor

Doença	Transmissão na Europa	Vectores
Malária	Endémica até meados do Séc. XX, desde então apenas casos esporádicos. Epidemia na Grécia em 2011	<i>Anopheles spp.</i>
Dengue	Até ao início do Séc.XX; Croácia e França	<i>Aedes aegypti</i> , <i>Aedes albopictus</i>
Febre do Vírus do Nilo Ocidental	Endémica no Sul da Europa	<i>Cx. pipiens</i> , <i>Cx. modestus</i> , <i>Aedes japonicus</i> , <i>Aedes atropalpus</i> , <i>Aedes albopictus</i> , <i>Ochlerotatus caspius</i> ; <i>Aedes cinereus</i> , <i>Aedes vexans</i> , <i>Anopheles maculipennis</i>
Chikungunya	Italia 2007; França 2010	<i>Aedes aegypti</i> , <i>Aedes albopictus</i>
Filariose	Casos isolados em especial em França, Itália e Espanha.	<i>Ochlerotatus caspius</i> , <i>Aedes vexans</i> , <i>Culex theileri</i>

Fonte: Adaptado de World Health Organization/ European Mosquito Control Association. *Diretrizes para o controlo de mosquitos invasivos e doenças transmitidas por vetores no continente europeu, 2011*

As doenças transmitidas por vetores são um grupo específico de infeções que apresentam uma ameaça para a Europa e requerem a vigilância das espécies de mosquitos exóticos como *Aedes albopictus*, *Aedes aegypti*, *Aedes atropalpus*, *Aedes japonicus*, *Aedes koreicus* e *Aedes triseriatus* (ECDC, 2012c).

7.1.1 *Aedes atropalpus*

O *Aedes atropalpus* é uma espécie invasiva da América do Norte, encontrada na Itália, França e Holanda (Figura 9). Este mosquito é competente para transmitir vários arbovírus, laboratorialmente, como o Vírus West Nile, o Vírus La Crosse e outros vírus de encefalites. No entanto, a sua importância como vetor de doença é ainda desconhecida¹⁰.

¹⁰

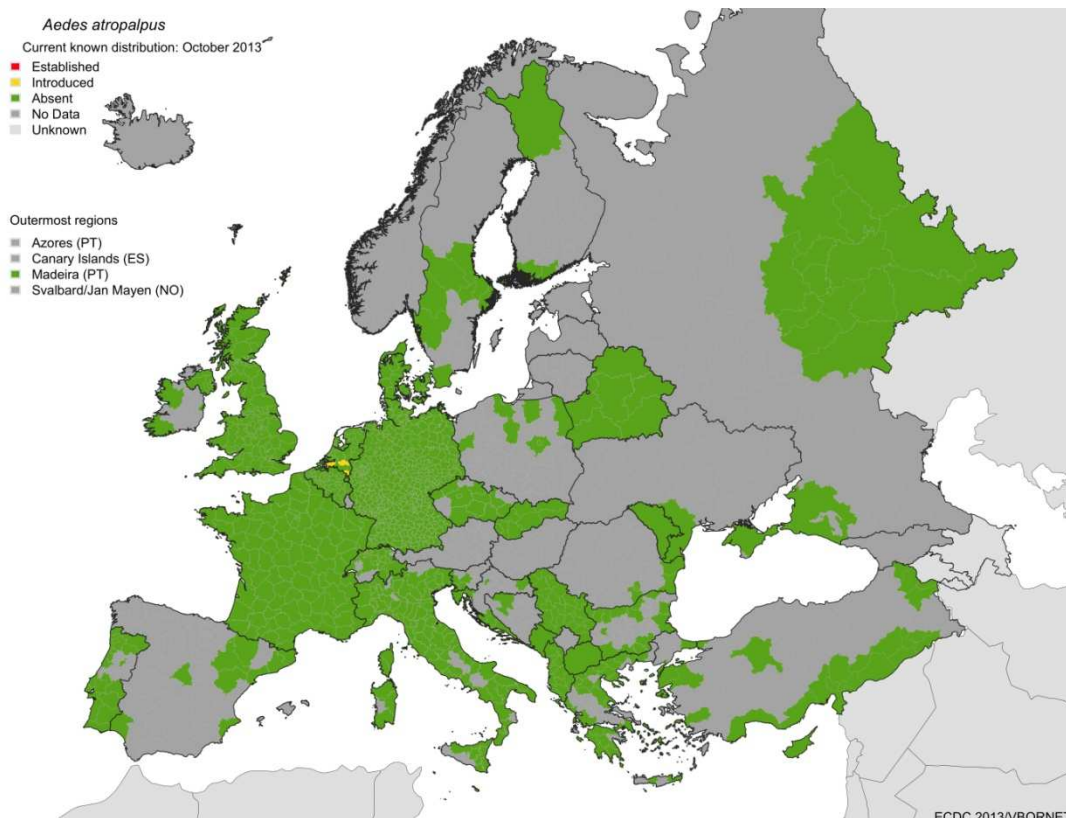


Figura 9 – Distribuição de *Aedes atropalpus* na Europa, 2013 ¹¹

7.1.2 *Aedes japonicus*

Aedes japonicus é uma espécie invasiva originária da Ásia Oriental e do Extremo Oriente. Está estabelecida na América do Norte e no Centro da Europa, nomeadamente na Suíça, Alemanha, França e Bélgica (Figura 10). Embora não se consiga determinar como foi introduzida na Suíça, a sua expansão parece estar relacionada com importação de pneus usados. Embora ainda não tenha sido

[51%2D9f77%2Da96046dbfd72&ID=209&RootFolder=%2Fen%2Factivities%2Fsciadvice%2Flists%2FECDC%20Reviews&Web=0be238ef%2D4498%2D4962%2D8826%2D2e082a1f1639](https://ecdc.europa.eu/en/healthtopics/vectors/vector-maps/Pages/VBORNET_maps.aspx). Consulta a 07-09-2013.

¹¹ Fonte: European Centre for Disease Prevention and Control/Vbornet, 2013. Disponível em: http://www.ecdc.europa.eu/en/healthtopics/vectors/vector-maps/Pages/VBORNET_maps.aspx. Consulta a 25-02-2014.

identificado como um importante vetor de doença, a sua presença é incomodativa e é competente para a transmissão de alguns arbovírus, como é o caso do *West Nile*¹².

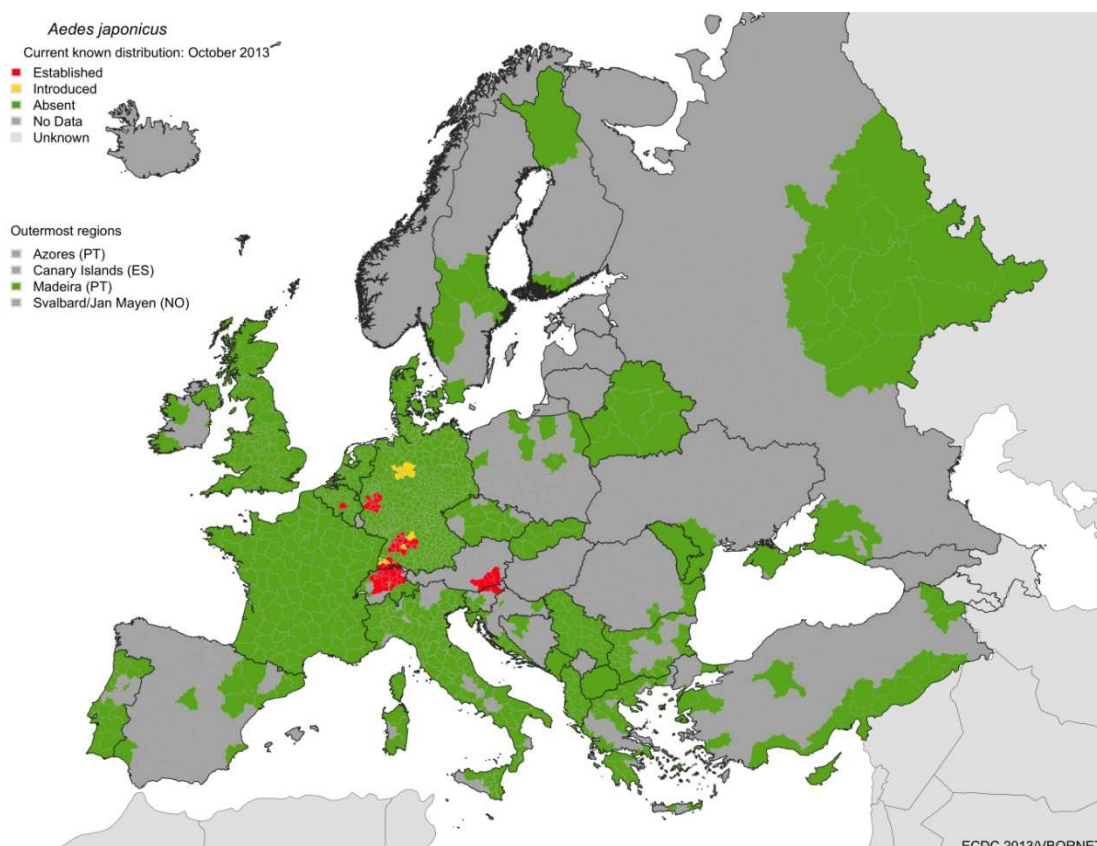


Figura 10 – Distribuição de *Aedes japonicus* na Europa, 2013¹³

7.1.3 *Aedes koreicus*

O mosquito *Aedes koreicus* é nativo da Coreia, China, Japão e Rússia. A fêmea pode picar humanos causando uma reação alérgica com vermelhidão, comichão e inchaço na zona da picada. Não é conhecida a sua capacidade vetorial no entanto, mostra

¹² Disponível em: <http://www.ecdc.europa.eu/en/healthtopics/vectors/mosquitoes/Pages/aedes-japonicus.aspx>. Consulta a 23-10-2013.

¹³ Fonte: European Centre for Disease Prevention and Control/Vbornet, 2013. Disponível em: http://www.ecdc.europa.eu/en/healthtopics/vectors/vector-maps/Pages/VBORNET_maps.aspx. Consulta a 25-02-2014.

competência vetorial para o vírus da encefalite japonesa e para a filariose canina¹⁴. Na Europa encontra-se estabelecido na Bélgica e em Itália, como se pode constatar na Figura 11.

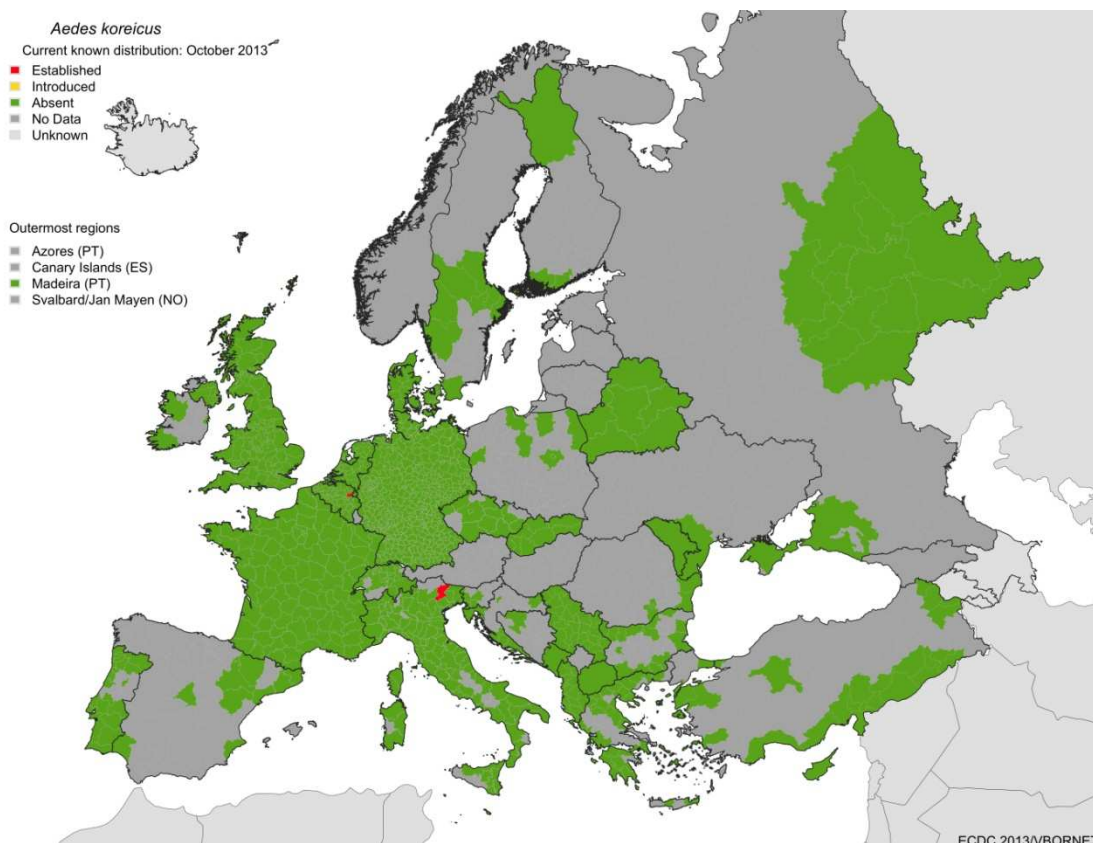


Figura 11 – Distribuição de *Aedes koreicus* na Europa, 2013¹⁵

7.1.4 *Aedes albopictus*

O vetor mais importante para a Saúde Pública na Europa é *Aedes albopictus*, devido à sua expansão e competência vetorial. Foi identificado pela primeira vez em 1979, na

¹⁴ Disponível em: <http://www.environment.gov.au/biodiversity/wildlife-trade/invitecomment/pubs/aedes-koreicus.pdf>. Consulta a 8-09-2013.

¹⁵ Fonte: European Centre for Disease Prevention and Control/Vbornet, 2013. Disponível em: http://www.ecdc.europa.eu/en/healthtopics/vectors/vector-maps/Pages/VBORNET_maps.aspx. Consulta a 25-02-2014.

Albânia. A colonização na Europa continuou em Itália em 1990 e foi-se dispersando gradualmente para outros países (Figura 12) como França, Grécia, Espanha, Eslovénia e Albânia, estando também presente no sul da Suíça e é identificado esporadicamente na Alemanha. Esta expansão continua a verificar-se, o que representa um sério risco para a Saúde Pública. *Aedes albopictus* foi o vetor responsável por uma epidemia de Chikungunya em 2007, perto de Ravena, Itália. Em 2010 foi o responsável pelo registo de casos de Dengue em Marselha e na Croácia e de dois casos de Chikungunya em França (WHO/EMCA, 2011; ECDC, 2012c).

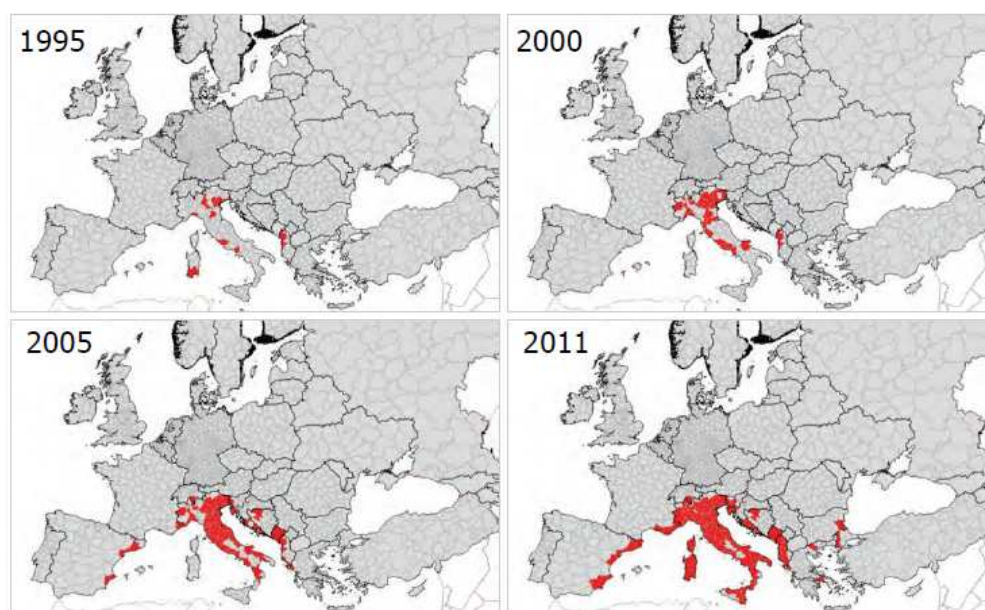


Figura 12– Distribuição de *Aedes albopictus* na Europa, 1995-2011¹⁶

Mapas de risco elaborados por Benedict *et al.* (2007) e pelo ECDC (2009) previam uma expansão de *Aedes albopictus* pela Europa, sobretudo ao longo da bacia do Mediterrâneo, o que acabou por se verificar, como se pode constatar na Figura 13.

¹⁶ Fonte: Print Screen das Guidelines for the surveillance of invasive mosquitoes in Europe, European Centre for Disease Prevention and Control, 2012

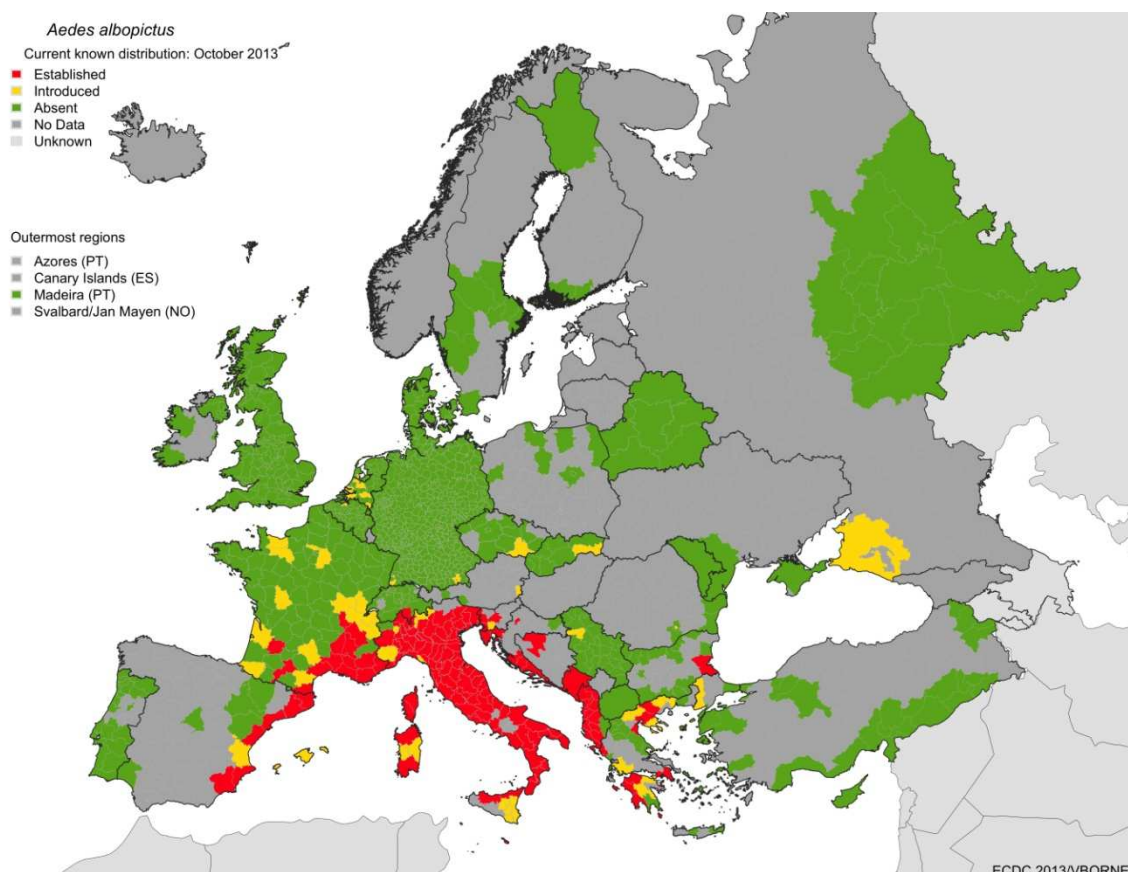


Figura 13 - Distribuição de *Aedes albopictus* na Europa, 2013¹⁷

7.1.5 *Aedes aegypti*

Aedes aegypti que tinha desaparecido da Europa nos últimos 50 anos, foi reintroduzido recentemente em torno do Mar Negro no sul da Rússia, Abkhazia, Geórgia e em Portugal na da Madeira (Figura 14), aumentando a preocupação das Autoridades de Saúde. O elevado número de voos entre o continente Europeu e a Madeira aumenta a probabilidade de reintrodução desta espécie (Straetemans, 2008; WHO/EMCA, 2011; ECDC, 2012a).

¹⁷ Fonte: European Centre for Disease Prevention and Control/Vbornet, 2013. Disponível em: http://www.ecdc.europa.eu/en/healthtopics/vectors/vector-maps/Pages/VBORNET_maps.aspx. Consulta a 25-02-2014.

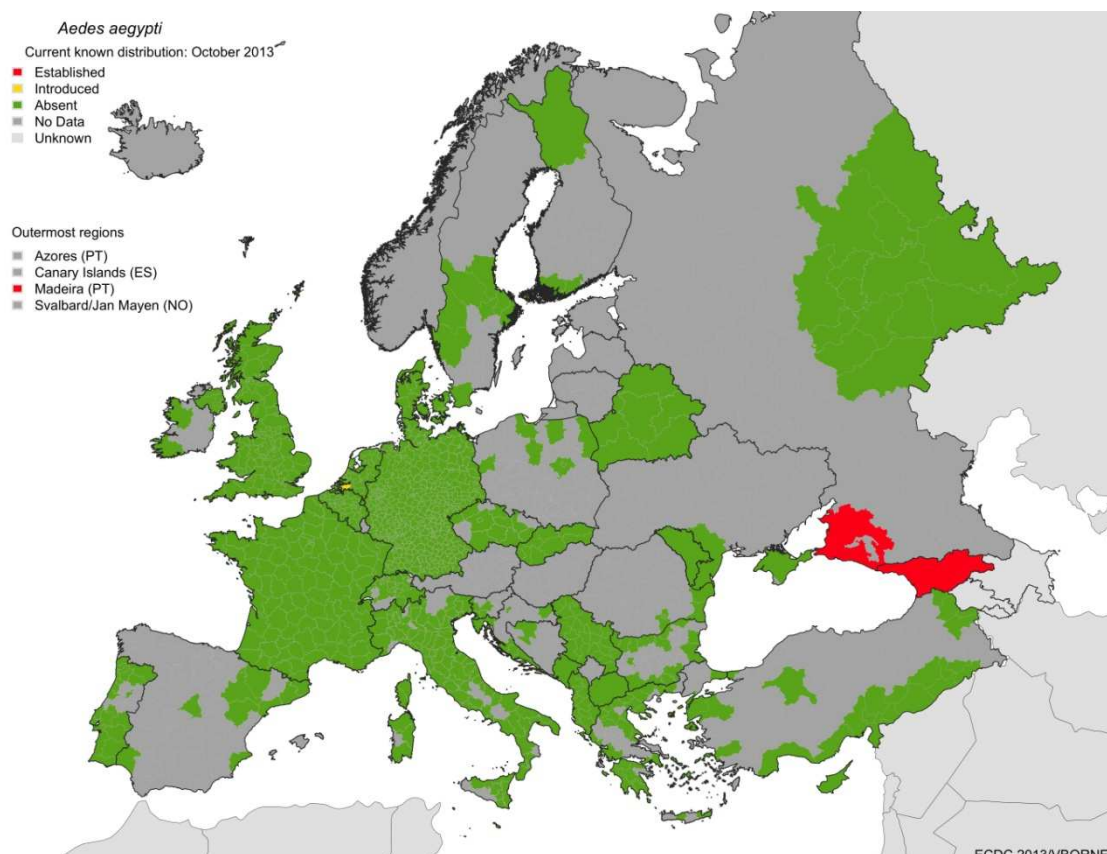


Figura 14 – Distribuição de *Aedes aegypti* na Europa, 2013 ¹⁸

7.2 PORTUGAL CONTINENTAL

Em Portugal, além do risco de reintrodução em território continental de *Aedes aegypti*, existe ainda o risco de introdução de *Aedes albopictus*. Portugal é apresentado como um dos países europeus com grande probabilidade de instalação deste vetor, não só por causa das condições climáticas como também devido às migrações humanas e ao tráfego comercial (Benedict, 2007; ECDC, 2012c).

Benedict *et al.* (2007) usaram um algoritmo genético, para determinar o nicho ecológico de *Aedes albopictus* e prever um mapa de risco ecológico global de propagação da espécie. Combinaram essa análise com o risco devido à importação de

¹⁸ Fonte: European Centre for Disease Prevention and Control/Vbornet, 2013. Disponível em: http://www.ecdc.europa.eu/en/healthtopics/vectors/vector-maps/Pages/VBORNET_maps.aspx. Consulta a 25-02-2014.

pneus de países infestados e sua proximidade com os países que já foram invadidos, para desenvolver uma lista de países de maior risco de estabelecimento (Figura 15).

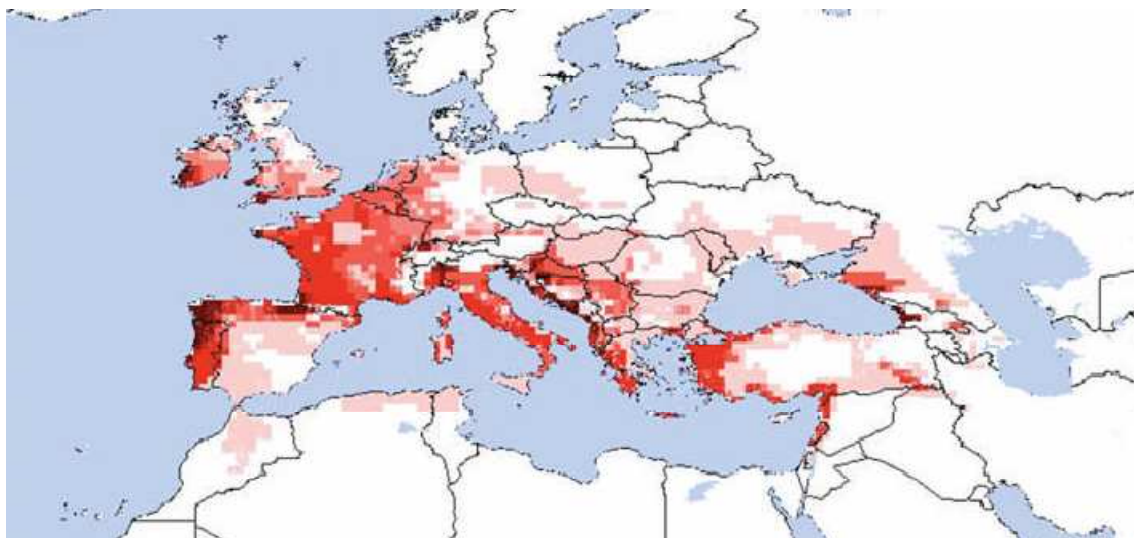


Figura 15 - Previsão do potencial de distribuição de *Aedes albopictus* (Tons mais escuros indicam um maior número de modelos para habitat adequado) ¹⁹

De acordo com este estudo, o litoral norte do nosso país é a zona que apresenta maior risco de estabelecimento. As condições ambientais consideradas foram: a média das temperaturas mínimas de inverno, acima de 0°C, que permite a hibernação dos ovos; a precipitação média anual acima dos 500 mm, alguma precipitação no verão e a média das temperaturas de verão acima de 20°C permitem a sua dispersão ativa.

Também o ECDC ao fazer avaliações do risco de instalação de *Aedes albopictus* na Europa prevê o alargamento das áreas invadidas ao longo da bacia do mediterrâneo, considerando que França e Península Ibérica possuem condições adequadas nos métodos utilizados e nos de alterações climáticas considerados. Assim, de acordo com as referidas avaliações, as zonas do litoral são as que apresentam maior risco e as zonas montanhosas são as de menor risco (Figura 16). Sendo os sistemas fluviais e

¹⁹ Fonte: BENEDICT *et al.* (2007).

as redes rodoviárias as principais rotas de dispersão para *Aedes albopictus* (ECDC, 2009, ECDC 2013).

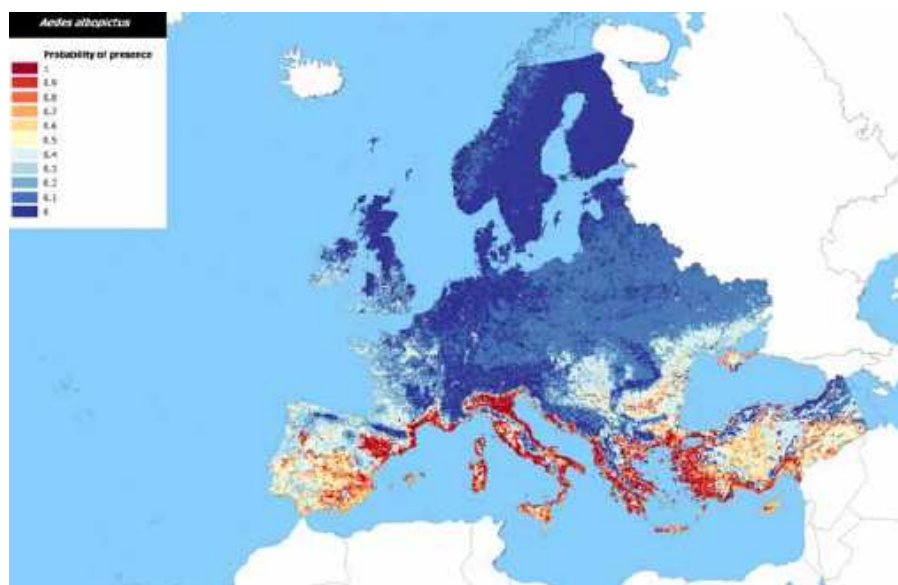


Figura 16- Mapa de risco da distribuição de *Aedes albopictus* na Europa, modelo estatístico ²⁰

A introdução de novas espécies invasoras é um fator de preocupação. Apesar de *Aedes albopictus* nunca ter sido identificado em Portugal, encontra-se instalado em vários países da Europa. De acordo com os mapas de risco publicados por Benedict (2007), e pelo ECDC (2009) esta espécie, uma vez introduzida, tem grande probabilidade de se instalar no nosso país. Esta espécie é um ótimo vetor de Dengue e um vetor competente de mais de 20 arbovírus com potencial impacto na saúde humana, nomeadamente a febre-amarela, *West Nile* e Chikungunya (Roiz *et al.*, 2011; WHO/EMCA, 2011).

7.3 MADEIRA - *AEDES AEGYPTI*

Aedes aegypti foi registado na Região Autónoma da Madeira, pela primeira vez em 2004-2005 (Margarita *et al.*, 2006). Em estudos anteriores, realizados entre 1977 e 1979, esta espécie não fora identificada (Almeida *et al.*, 2007).

²⁰ Fonte: ECDC, 2009.

Em 2005, a população de Santa Luzia, cidade de Funchal, começou a queixar-se das picadas de um mosquito agressivo e foram realizadas colheitas que levaram identificação de *Aedes aegypti* (Margarita *et al*, 2006). Em 2006 a espécie encontrava-se para seis bairros da cidade do Funchal.

Foram realizadas ações de controlo tais como a redução de criadouros, tratamentos com inseticidas e campanhas de educação junto da população, promovendo a proteção individual e redução de criadouros. No entanto, a população do mosquito persistiu (Almeida *et al.*, 2007).

Em 3 de outubro de 2012, foram confirmados laboratorialmente no CEVDI/INSA dois casos de infeção pelo vírus Dengue na ilha Madeira. Em 10 de outubro, foram confirmados mais 18 casos e 191 casos prováveis de Dengue (Alves *et al.*, 2013).

Desde o início do surto, a 3 de outubro de 2012, até ao dia 1 de setembro de 2013 (últimos dados divulgados pela DGS, a 12 de setembro de 2013), foram notificados 2187 casos prováveis de febre de Dengue, sem qualquer óbito. O número de casos de Dengue com confirmação laboratorial decresceu progressivamente desde meados de novembro de 2012 (Figura 17), tendo sido o surto considerado controlado a 3 de Março 2013. Após esta data, nenhum dos casos identificados teve origem na Ilha da Madeira (DGS, 2012a; DGS, 2013).

Os testes realizados pelo Instituto Nacional de Saúde identificaram o vírus Dengue Serotipo 1 (DENV-1) com origem latino-americana (Alves *et al*, 2013).

A avaliação de risco realizada pelo ECDC concluiu que este surto de Dengue na Madeira constituía um evento significativo de saúde pública devido não só à população local mas também ao grande número de turistas no arquipélago da Madeira (ECDC, 2013a).

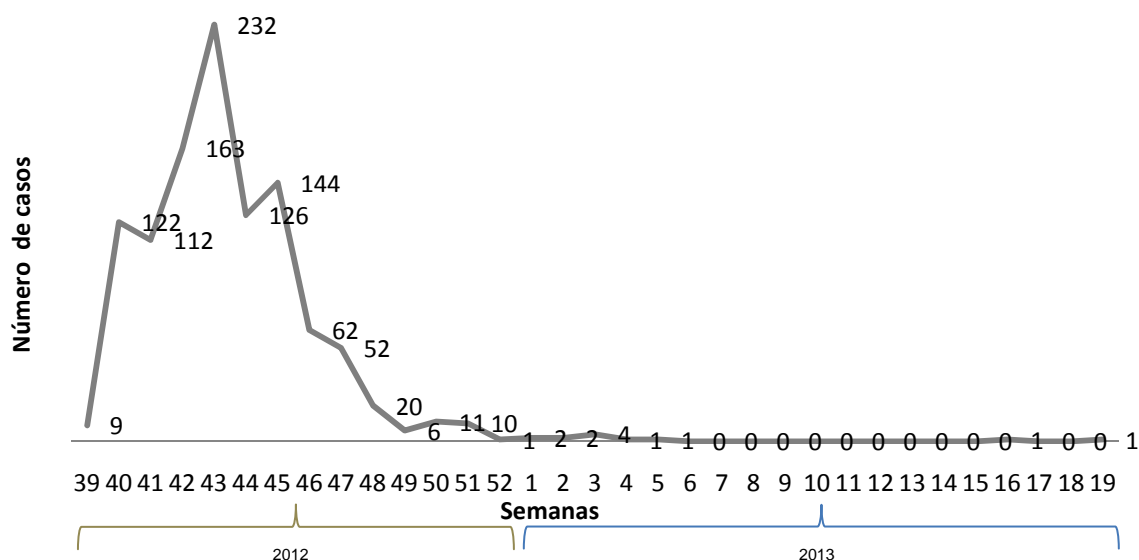


Figura 17- Distribuição semanal do número de casos de febre de Dengue confirmados na Ilha da Madeira, 2012-2013²¹

Investigações entomológicas indicam que *Aedes aegypti* começou, provavelmente, por ser importado para o Funchal e que, desde então, se espalhou para leste e oeste, em áreas urbanas ao longo da costa sul da ilha. Análise das sequências dos genomas virais indica 99% de semelhança com o vírus do Serotipo 1 (DEN-1) que circulou em países da América Latina como a Venezuela, Brasil, Colômbia (Alves *et al.*, 2013).

A reprodução de *Aedes aegypti* segue um padrão sazonal, com maior densidade de mosquitos entre julho e dezembro. A variação sazonal na reprodução tem implicações para o controle do mosquito e para qualquer tentativa de erradicar *Aedes aegypti* da ilha. Investigações no terreno e entrevistas com especialistas identificaram criadouros favoráveis na zona urbana, como casas abandonadas e um ambiente doméstico de alta densidade de ocupação com inúmeros criadouros domésticos artificiais, áreas

²¹ Fonte: Adaptado de Direcção Geral da Saúde, 2013

verdes com vegetação sub-tropical abundante e um perfil meteorológico favorável, com um longo período de chuvas, humidade elevada e temperatura adequada com pouca variação diurna. Além disso, os habitantes locais valorizam o cultivo de flores tanto de interior como de exterior em varandas e terraços. Em instalações domésticas, os pratos dos vasos de plantas são locais de reprodução altamente produtivos (ECDC, 2013a).

Na Madeira, a temperatura média mensal varia entre 18°C em janeiro e os 23°C em agosto. A precipitação ocorre, sobretudo, de novembro a fevereiro e a estação seca, de abril a setembro. A Madeira é rica em vegetação tropical e diversidade floral. O clima é favorável ao cultivo de vinha, banana e vegetais. Existem grandes diferenças na exposição ao sol, humidade e temperatura entre o norte e o sul da ilha, caracterizando-se assim pela existência de microclimas locais (ECDC, 2013a).

A ilha é visitada por cerca de dois milhões de turistas por ano (DGS, 2013). Muitos turistas chegam à Madeira em navios de cruzeiro e muitos cruzeiros são transatlânticos e os turistas costumam passar apenas um dia na ilha. A época alta turística é entre abril e setembro. A temporada alta para a passagem de navios de cruzeiro é de setembro a janeiro, com pico durante o Ano Novo, mas há grandes navios de cruzeiro que ficam ancorados no Funchal durante todo o ano (ECDC, 2013a).

A frequência de tráfego entre a Madeira e Portugal continental, e outros países europeus, apresenta o risco da reintrodução desta espécie, especialmente no sul da Europa, onde as condições climáticas são mais favoráveis ao seu estabelecimento. Esta reintrodução pode ser provocada por via aérea ou marítima. O transporte de pneus ou outros recipientes com plantas e flores (dos quais a Madeira é um grande produtor) são os possíveis veículos de dispersão, pela ampla variedade de recipientes onde a espécie pode colocar os seus ovos, capazes de suportar a dessecação (Almeida *et al.*, 2007).

7.3.1 RELAÇÃO DOS FATORES CLIMÁTICOS COM OS CASOS DE DENGUE

Em outubro de 2012 foram confirmados casos de Dengue autóctones na Ilha da Madeira. Os primeiros casos ocorreram provavelmente ainda em setembro de 2012. De acordo com os dados disponibilizados pela DGS, o maior número de casos foi registado em outubro, diminuindo ligeiramente em novembro e muito consideravelmente no mês de dezembro e seguintes.

As variáveis climáticas escolhidas para relacionar com o número de casos de Dengue confirmados foram a média das temperaturas mínimas e máximas registadas, a precipitação e a média da humidade relativa do ar, correspondentes ao concelho do Funchal por ter sido onde se verificou o maior número de casos (Figura 18).

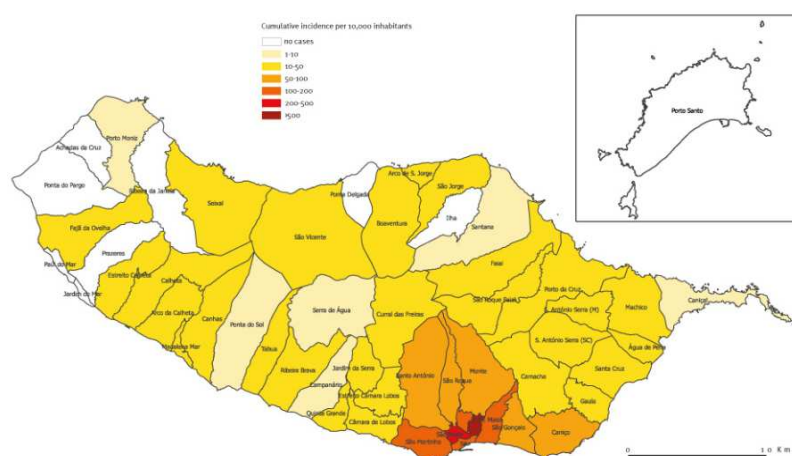


Figura 18 – Incidência dos casos de Dengue (3/10/2012 a 25/11/2012)²²

Como se observa na Figura 17, o maior número de casos de Dengue foram registados entre o final de setembro e novembro de 2012. Nesta altura, foram registadas médias

²² Fonte: ECDC, 2013^a. <http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=20333>

de temperaturas mínimas entre 16,84°C e 21,82°C e médias de temperaturas máximas entre 22,4°C e 27,53°C. Em outubro, mês em que se registou o maior número de casos a média das temperaturas mínimas e máximas foram de 19,97°C e 25,58°C, respetivamente. O mês mais quente foi setembro, quando começaram a ser confirmados os casos e quando a densidade de *Aedes aegypti* foi maior quer no Programa REVIVE, quer nos *ovitraps* da Câmara Municipal do Funchal (Figura 19). Os *ovitraps* são armadilhas de oviposição, úteis para a vigilância com base na deteção da espécie e é este o método utilizado na Madeira para monitorização. O índice de positividade corresponde à percentagem de armadilhas positivas.

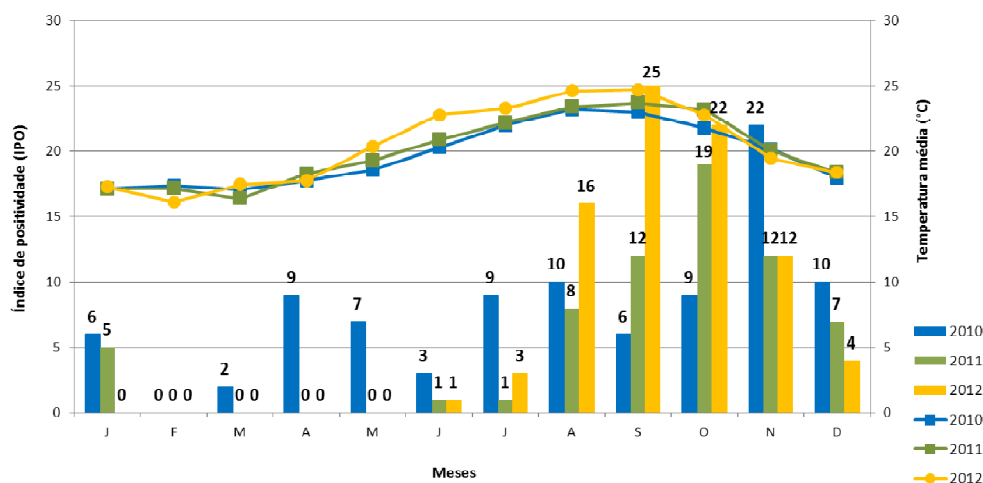


Figura 19 – Temperatura média e índice de positividade dos *ovitraps* 2010-2012²³

Os dados mostram não só que em 2012 as temperaturas médias foram superiores às de 2010 e 2011 (maio-outubro), mas também que o índice de positividade dos *ovitraps*, de agosto a outubro, foi superior nesse ano. Em 2010, *Aedes aegypti* surgiu ao longo de quase todo o ano, exceto em fevereiro. Em 2011, de fevereiro a maio, não foi identificado e em 2012 começou a ser registado a partir de junho, elevando-se o índice de positividade dos *ovitraps*, nos meses de agosto a outubro.

As temperaturas médias observadas em 2012 são mais favoráveis ao desenvolvimento de *Aedes aegypti*, aumentando a sua taxa de reprodução. Como se

²³ Fonte: Câmara Municipal do Funchal, 2013.

pode observar no Quadro 2, quanto mais alta a temperatura (até 28°C) menor é o número de dias para eclosão do mosquito, levando ao aumento da sua densidade.

Quadro 2- Relação entre temperatura e tempo de eclosão em *Aedes aegypti*²⁴

Temperatura	N.º Dias de Eclosão
28	3
25	4
23	5
18	12
7	Inativo

Na Figura 5 e no Quadro 2, demonstra-se que a temperatura influencia o desenvolvimento de *Aedes aegypti*. A temperatura favorável ao seu desenvolvimento situa-se entre 25 e 28°C.

Em 2012, o mês mais quente foi setembro (médias das temperaturas mínimas de 21,82°C e máximas de 27,53°C), seguindo-se outubro com médias de temperaturas mínimas de cerca de 20°C e máximas acima de 25,5°C, baixando cerca de 3°C em novembro. A partir de dezembro a média das temperaturas mínimas foi 15,7°C (IPMA, 2013) (Figura 20).

²⁴ Adaptado de Christophers (1960)

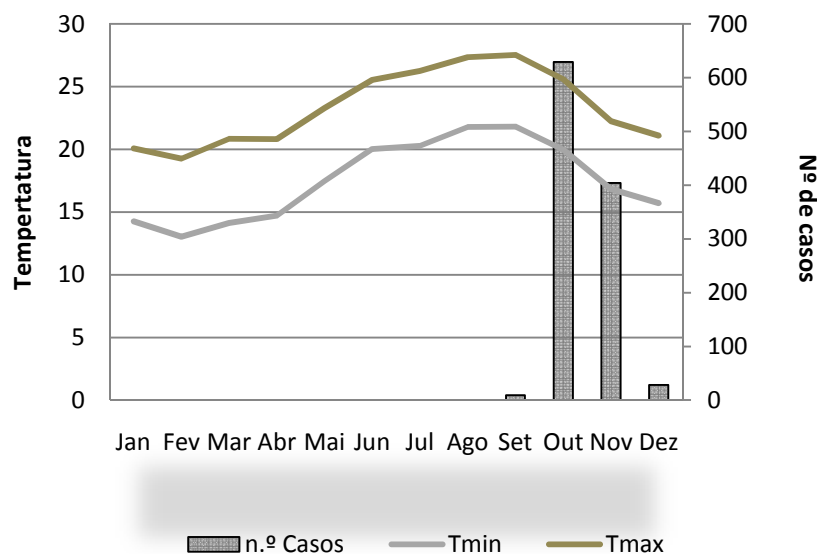


Figura 20 – Temperatura e número de casos de Dengue na Madeira em 2012²⁵

A atividade de *Aedes aegypti* começa a diminuir abaixo de 25°C, tornando-se nula (o mosquito deixa de picar) quando a temperatura se aproxima de 15°C (Figura 5, ponto 3.2.2). Assim, em 2012, pode considerar-se que a espécie estava mais ativa nos meses de setembro e outubro, mantendo alguma atividade em novembro. No entanto, a diminuição da densidade a partir de novembro de 2012 deverá estar relacionada com a implementação de medidas de controlo do vetor.

Relativamente à precipitação, com base nos dados do IPMA (2012), os meses de dezembro de 2011 a Março de 2012 tornaram aquele inverno o mais seco dos últimos 150 anos na Madeira. No entanto, a partir de setembro de 2012 a precipitação aumentou consideravelmente, como se pode verificar na Figura 21. O mês mais chuvoso foi novembro com 230,8 mm e outubro com 166,6 mm.

²⁵ Dados IPMA (2013) e DGS (2013).

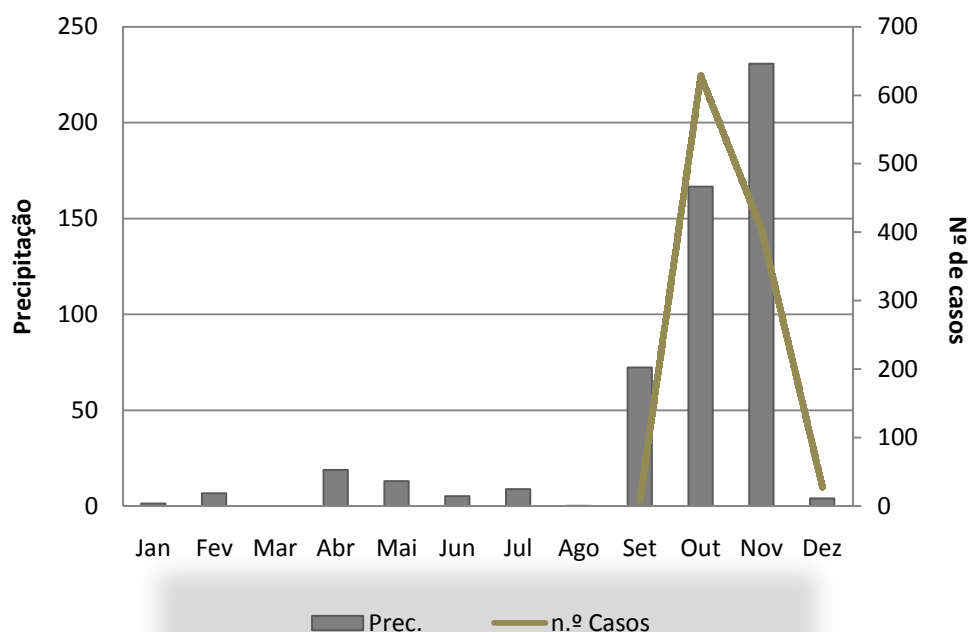


Figura 21 – Precipitação e número de casos de Dengue na Madeira em 2012²⁶

De acordo com Keating (2001), um dos fatores que afeta a sobrevivência e reprodução de *Aedes aegypti* é a precipitação. Sendo um fator importante para a ocorrência de casos autóctones de Dengue. Como se pode observar na Figura 21, o início da confirmação de casos na Ilha da Madeira em 2012 coincidiu com o aumento da precipitação. Assim, em termos de precipitação, é em setembro que as condições começam a ser favoráveis ao desenvolvimento do vetor. O que se confirma nos dados REVIVE 2012 e nos resultados dos índices de positividade em 2012, da Câmara Municipal do Funchal. Ambos indicam setembro como o mês de maior densidade.

A humidade relativa média variou entre 65,07% em novembro e 70,05% em setembro. Em outubro, mês com maior número de casos a média foi de 69,19%. Segundo Ferreira (2003), humidades superiores a 70% favorecem a proliferação do mosquito e a transmissão do vírus Dengue. Em agosto e setembro a humidade relativa média foi superior a 70%, favorecendo assim, o desenvolvimento do mosquito.

²⁶ Dados IPMA (2013) e DGS (2013).

A análise de dados relativos à humidade (Figura 22) e aos resultados de colheitas de mosquitos *Aedes aegypti* (Figura 23) de dois concelhos distintos permitem reforçar a importância da humidade.

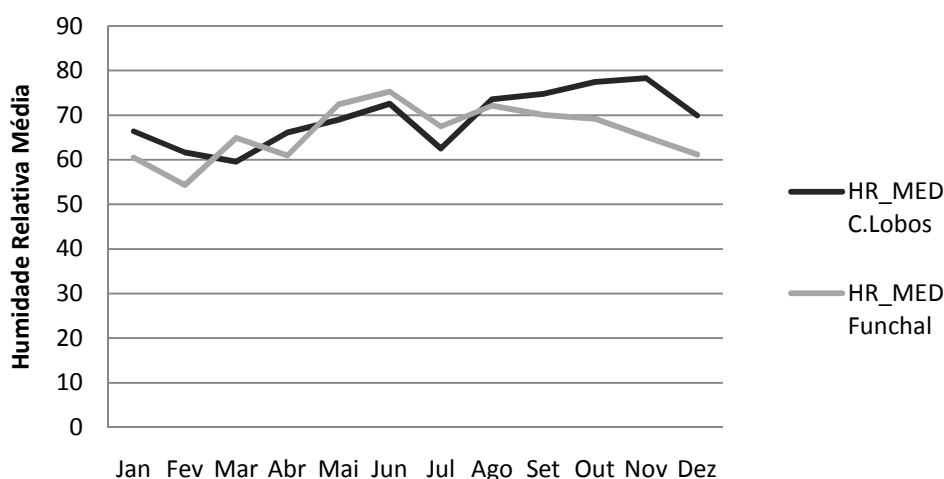


Figura 22 – Valores de humidade relativa média no Funchal e em Câmara de Lobos, 2012²⁷

A média da Humidade Relativa do ar foi, durante a maior parte do ano 2012, mais alta em Câmara de Lobos do que no Funchal, principalmente a partir de agosto, atingindo valores médios de 77/78% nos meses de outubro e novembro. E 86% em Março. Os valores mais baixos (cerca de 60%) ocorreram em fevereiro/março. No Funchal, os valores médios de Humidade Relativa do ar mais altos ocorreram em maio e junho e os mais baixos verificaram-se entre janeiro e abril.

Excetuando os resultados de setembro de 2010, podemos verificar que o nível de ocorrência de *Aedes aegypti* é geralmente superior em Câmara de Lobos (Figura 23), apesar das temperaturas no Funchal serem mais elevadas.

²⁷ Dados IPMA (2013)

Aedes aegypti

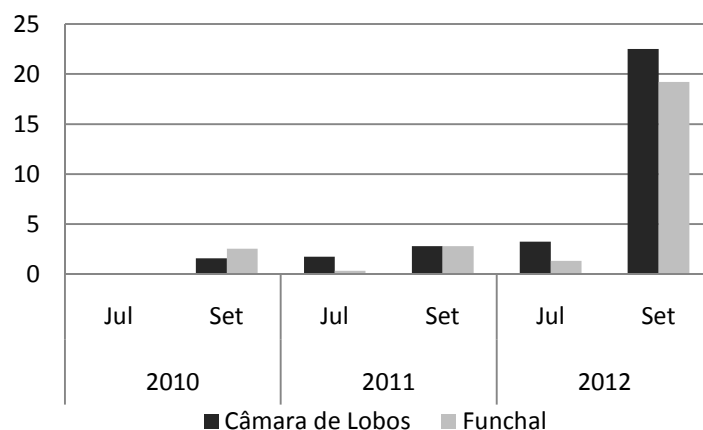


Figura 23 – Nível de ocorrência de adultos de *Aedes aegypti* entre 2010 e 2012²⁸

Em Câmara de Lobos, a média das temperaturas médias em abril situou-se perto de 14°C e em maio aproximou-se de 18°C, subindo para 21°C nos meses de julho a setembro. Em novembro/dezembro descendo para 13/14°C. No Funchal, a média das temperaturas médias foi superior. Até abril rondou 16/17°C, começando a subir a partir de maio e nos meses de junho a outubro situou-se entre 22 e 24°C (Figura 24).

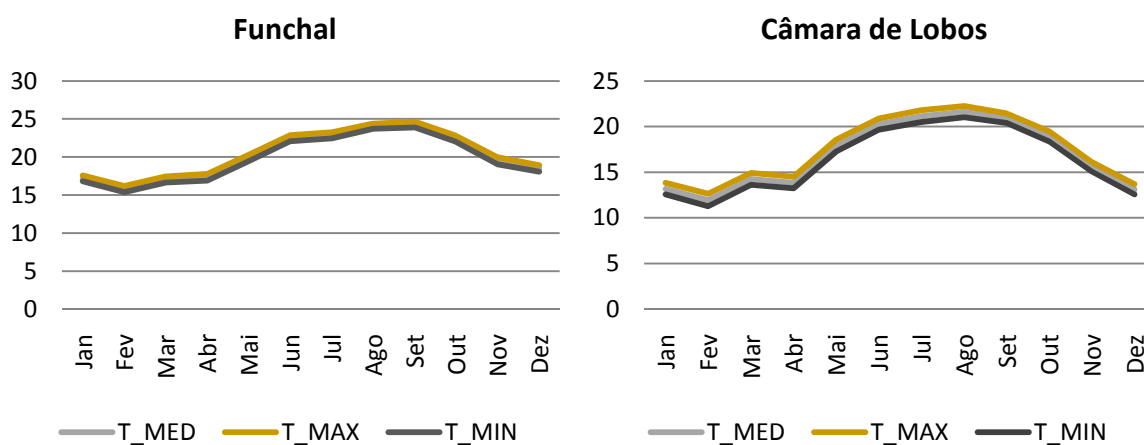


Figura 24 – Médias das temperaturas máximas, mínimas e médias no Funchal e em Câmara de Lobos, 2012²⁹

²⁸ Fonte: Dados REVIVE 2010-2012.

²⁹ Dados IPMA (2013)

Em Câmara de Lobos as temperaturas médias foram geralmente mais baixas, e a humidade foi mais elevada do que no Funchal.

Os dados mostram que, uma vez introduzido o agente patogénico, as condições climáticas favoreceram a ocorrência de casos de Dengue na Madeira em 2012. A conjugação entre os três fatores considerados: temperatura, humidade e precipitação proporcionam condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento do vetor *Aedes aegypti*, que aliadas à presença do vetor, ao aumento da sua densidade, à presença do vírus, à relação da Madeira com os países da América do Sul, ao grande número de emigrantes na África do Sul e América do Sul que regressam nas épocas festivas, ao grande número de criadouros domésticos, à densidade populacional e à movimentação de pessoas e bens (portos e aeroportos) foram a combinação de fatores de risco que desencadeou a transmissão de Dengue na ilha da Madeira em 2012.

7.3.2 CONTROLO

Como já abordado, o controlo e a erradicação de *Aedes aegypti* são difíceis uma vez que se trata de um mosquito doméstico, em que o principal método de controlo está baseado na ação humana individual. No entanto, desde 2005, que a DGS determinou que os aviões das companhias aéreas nacionais que saíssem da Madeira fossem pulverizados para evitar o transporte dos mosquitos. Segundo o comunicado da DGS *“Considera-se absolutamente necessário, nesta fase, prosseguir com as medidas de pulverização das aeronaves à saída do aeroporto do Funchal, segundo as orientações estabelecidas pelas organizações internacionais (IATA), na medida em que os inseticidas utilizados em espaços confinados são eficazes”* (DGS, 2012b).

A Orientação 18/2012 de 31 de outubro, da Direcção Geral de Saúde definia então as estratégias para controlo das populações de mosquitos e para prevenção do risco de exportação do vetor.

Assim, para controlo das populações de mosquitos de *Aedes aegypti*, as medidas a implementar foram:

- Inventariação dos criadouros do mosquito;

- Monitorização da atividade do mosquito com recurso a armadilhas;
- Combate aos criadouros em áreas públicas;
- Delimitar um perímetro de segurança e utilizar produtos biocidas autorizados para a eliminação de imaturos (*Bacillus thuringiensis*);
- Controlo químico de adultos esporádico e apenas quando identificado um grande número de mosquitos;
- Educação ambiental no sentido de eliminar criadouros;
- Outras medidas tais como: informação à população, identificação de empresas de desinfestação e eliminação de criadouros (DGS, 2012b).

Algumas das medidas que pretendiam evitar o risco de exportação da espécie eram direccionadas para o transporte aéreo e marítimo. Os portos e o aeroporto, além de disporem de um plano de contingência que deviam ativar em caso de necessidade, deviam reforçar as medidas de eliminação de criadouros e a vigilância entomológica. As aeronaves deveriam ser desinfestadas em todas as saídas. Era ainda dada informação à chegada dos visitantes (DGS, 2012b).

Para Portugal Continental, apesar de não terem sido identificadas espécies de mosquitos invasores, foram dadas instruções no sentido de reforçar o programa que visa monitorizar as populações de mosquitos (Rede de Vigilância de Vectors – REVIVE). As armadilhas para capturar insetos adultos ou em estádios imaturos (ovos, larvas e pupas) são colocadas em zonas sensíveis à sua introdução no Continente, designadamente portos e aeroportos (DGS, 2012b).

7.4 CARACTERIZAÇÃO DA OCORRÊNCIA DE *Aedes Aegypti* NA MADEIRA

Com o objetivo de determinar de que forma o aumento da abundância relativa de uma espécie de mosquitos invasora pode ser influenciada por variações climáticas e de compreender de que forma ela se relaciona com as espécies autóctones, foi realizada uma análise estatística com base em testes de correlação e de regressão, dos dados disponibilizados pelo Programa REVIVE.

A escolha da área geográfica deveu-se ao fato de a única espécie de mosquitos invasora em Portugal ser *Aedes aegypti*, que se encontra instalada na ilha da Madeira desde 2005.

Assim, pretende dar-se resposta às seguintes questões:

- A ocorrência de mosquitos adultos *Aedes aegypti* está relacionada com os valores máximos e mínimos de temperatura e humidade relativa?
- A ocorrência de mosquitos adultos *Aedes aegypti* está relacionada com a ocorrência de indivíduos das espécies autóctones?
- A ocorrência de larvas de *Aedes aegypti* está relacionada com a ocorrência de larvas das espécies autóctones?

7.4.1 MATERIAL E MÉTODOS

A informação sobre o processo de invasão e a influência dos fatores climáticos, teve por base dados do Programa REVIVE (Rede de Vigilância de Vectores) e do Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA). Os dados relativos ao número de casos de Dengue foram obtidos em documentos publicados pela DGS e pela Câmara Municipal do Funchal.

Na síntese efetuada dos resultados do Programa REVIVE na Madeira em 2010-2012 foram utilizados dados cedidos pelo CEVDI/INSA resultantes de colheitas realizadas pelos Técnicos de Saúde Ambiental (TSA) das Unidades de Saúde Pública das ARS's e IA Saúde Madeira tendo o trabalho laboratorial sido da responsabilidade do CEVDI/INSA. Os dados correspondem às colheitas realizadas na ilha da Madeira entre abril e novembro de 2010, maio e novembro de 2011 e em julho e setembro de 2012, de imaturos nos concelhos de Funchal, Câmara de Lobos, Machico e Ribeira Brava e de mosquitos adultos nos concelhos de Funchal e Câmara de Lobos. Os métodos de amostragem são muito variados, dependendo de cada grupo de trabalho. No entanto, as colheitas de adultos foram efetuadas com armadilhas BC-*Sentinel* com isco (bg *attractant*), no exterior e com aspiradores no interior das habitações. Os dados, número de indivíduos de cada espécie por colheita, identificação do local da colheita e caracterização ambiental, são registados em base de dados (Formato Excel).

Na análise da relação da ocorrência de *Aedes aegypti* com fatores climáticos e com as outras espécies foi utilizado o coeficiente de correlação Rho de Spearman, depois de se ter testada a normalidade das variáveis (testes Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk). Foi utilizado o programa SPSS, versão 21.

7.4.2 ÁREA DE ESTUDO

O arquipélago da Madeira caracteriza-se por um clima ameno, tanto de inverno como de verão, exceto nas zonas mais elevadas, onde se observam temperaturas mais baixas. No inverno pode verificar-se precipitação abundante.

Na zona norte da ilha encontra-se a Floresta Laurissilva, que ocupa cerca de 20% da área da ilha e se caracteriza por clima mais húmido e frio, devido à exposição a ventos predominantes de nordeste. No centro da ilha encontra-se o maciço montanhoso central (Figura 25), montanhas de grande elevação (acima dos 1800 m), separadas por ravinas profundas.

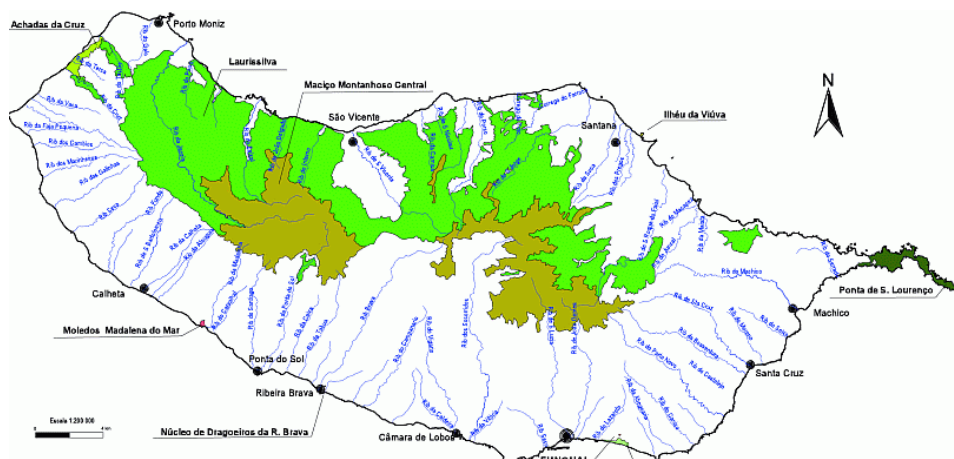


Figura 25 – Ilha da Madeira³⁰

³⁰ Fonte: <http://relvateresa.blogspot.pt/2013/07/laurissilva-da-madeira.html>

A temperatura média anual varia entre 8°C de mínima nos pontos mais altos e 18-19°C nas zonas costeiras. No inverno a temperatura mínima é, em média, 4°C nas zonas mais altas e superior a 13°C junto da costa. No Verão, a média das temperaturas máximas variam entre 16°C nos picos mais altos e 23°C nas zonas costeiras (Figura 26) (Santos e Miranda, 2006).

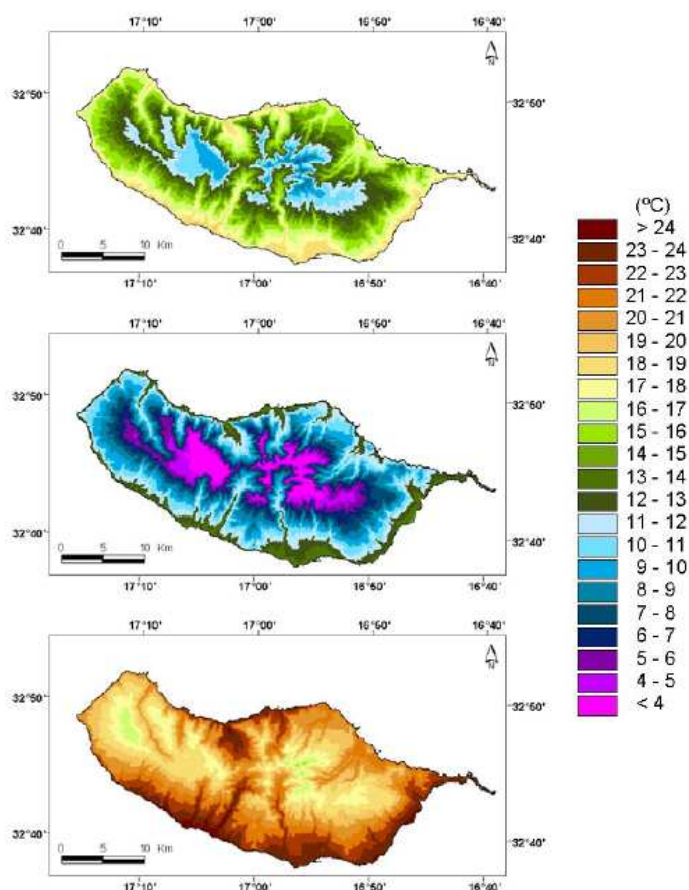


Figura 26 -Distribuição da média de temperaturas mínimas, médias e máximas na ilha da Madeira 1961-1990³¹

De acordo com Santos e Miranda (2006) entre 1961 e 2000, houve uma tendência de subida da temperatura máxima no Funchal de 0,51°C, e de 0,72°C de temperatura mínima por década, implicando a diminuição da amplitude térmica diária.

³¹ **Fonte:** Santos e Miranda, 2006.

Os dados mensais para o período 1981-2010, que constam das normais climatológicas (provisórias), indicam que os meses de julho a outubro são os mais quentes e de janeiro a março ocorre o período mais frio (Figura 27).

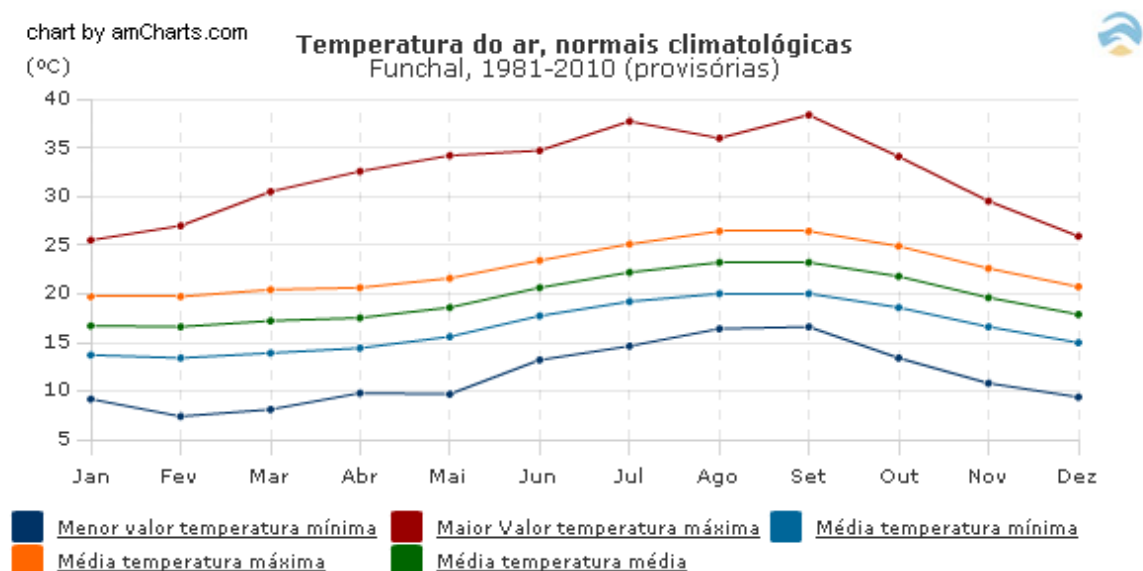


Figura 27- Normais climatológicas, Temperatura do ar no Funchal 1981-2010³²

A média de temperatura máxima no Funchal é superior a 20°C de abril a novembro e a média da temperatura mínima ronda 15°C. Entre julho e outubro a média da temperatura máxima ronda 25°C. Nos meses mais frios (janeiro a março) a média da temperatura máxima é próxima de 20°C e as mínimas situam-se entre 13/14°C. As temperaturas máximas atingiram 38°C em setembro e as mínimas 7,4°C em fevereiro.

7.4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

³² Fonte IPMA, 2013

CARATERIZAÇÃO DAS OCORRÊNCIAS

A amostra é composta por 366 colheitas de adultos em dois concelhos (Funchal e Câmara de Lobos) e 114 colheitas de imaturos em quatro concelhos (Funchal, Câmara de Lobos, Machico e Ribeira Brava) da ilha da Madeira. O período do estudo respeita aos meses de abril a novembro de 2010, maio a novembro de 2011 e aos meses de julho e setembro de 2012.

Quadro 3 – Ocorrência de adultos (indivíduo/colheita) das espécies na Madeira 2010-2012

	Valor Mínimo	Valor Máximo	Média	Desvio Padrão
<i>Ae.aegypti</i>	0,00	31,00	2,0792	4,46438
<i>Ae.aetoni</i>	0,00	1,00	0,0055	0,07382
<i>Cs.longiareolata</i>	0,00	12,00	0,4918	1,38828
<i>Cx.pipiens</i>	0,00	24,00	0,8661	2,30570
<i>Cx.theileri</i>	0,00	64,00	0,3033	3,37734

Como se pode observar no Quadro 3, a espécie com uma média superior, ou seja, um número médio de indivíduos por colheita, foi *Aedes aegypti* seguida de *Culex pipiens*. Por outro lado, *Aedes aetoni* teve uma média de ocorrências muito baixa, com máximo de um indivíduo por colheita.

Pode ainda verificar-se que *Culex theileri*, apesar de ter apresentado um número de indivíduos máximo mais elevado numa colheita (64), teve uma média mais baixa do que a maioria das espécies. O significa que aquele máximo foi um resultado excepcional, o que se pode confirmar na Figura 28.

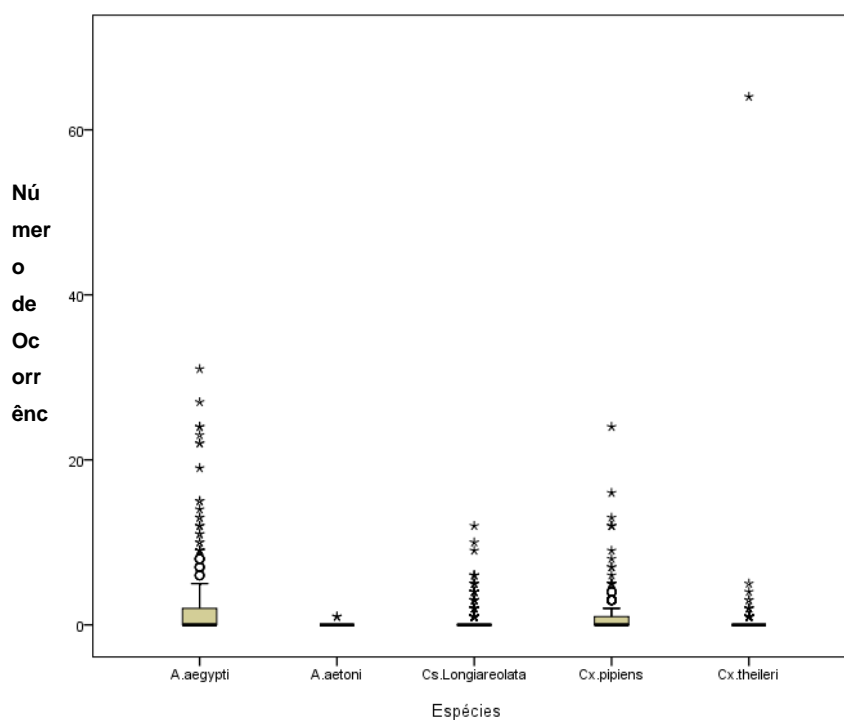


Figura 28 – Dispersão das ocorrências de adultos das espécies identificadas

A Figura 28 demonstra a dispersão dos valores. Mostra que a maioria dos valores obtidos são ausências ou ocorrências muito baixas e que os restantes valores são maioritariamente *outliers*. *Aedes aegypti* e *Culex pipiens* são as espécies que apresentam maior número de ocorrências.

Quadro 4 – Ocorrência de imaturos (indivíduo/colheita) das espécies na Madeira 2010-2012

	Valor Mínimo	Valor Máximo	Média	Desvio Padrão
<i>Ae. aegypti</i>	0,00	100,00	13,4474	19,12423
<i>Ae. eatoni</i>	0,00	4,00	0,0702	0,52746
<i>Cx. pipiens</i>	0,00	1000,00	16,7807	95,66606
<i>Cx. theileri</i>	0,00	200,00	5,5351	24,13611
<i>Cs. longiareolata</i>	0,00	70,00	3,8684	10,53734

No caso dos imaturos, *Culex pipiens* apresenta um valor médio, número médio de indivíduos por colheita, mais elevado (Quadro 4), para o que contribui o valor máximo de 1000 numa só colheita. Seguem-se a abundância de *Aedes aegypti* e *Culex theileri*. Tal como acontece nos adultos, *Aedes aetoni* apresentou ocorrências muito baixas.

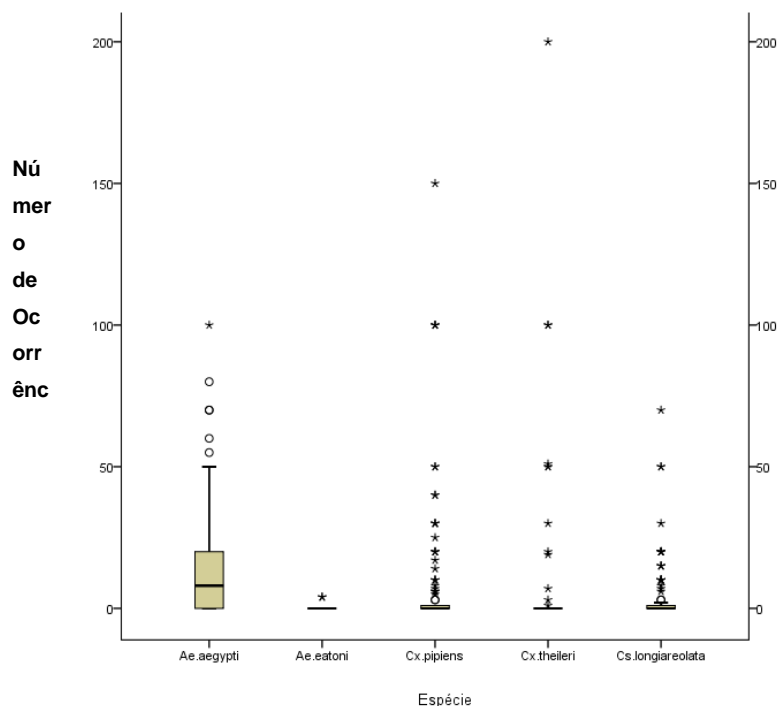


Figura 29 – Dispersão das ocorrências de imaturos das espécies identificadas

À semelhança do que se verificou nos adultos, a maioria dos valores são ausências ou ocorrências muito baixas e os restantes valores são maioritariamente *outliers*. Também no estado larvar, *Aedes aegypti* é a espécie com mais ocorrências (Figura 29).

Quadro 5 – Ocorrências de adultos e imaturos de *Aedes aegypti* nos dois concelhos

		Média	Valor Máximo	Valor Mínimo
Adultos de <i>Aedes aegypti</i>	Funchal	1.74	29	0
	Câmara de Lobos	2.75	31	0
Larvas de <i>Aedes aegypti</i>	Funchal	10.78	100	0
	Câmara de Lobos	23.48	80	0

O Quadro 5 resume os valores médios, máximos e mínimos das ocorrências de adultos e imaturos de *Aedes aegypti* nos dois concelhos. Assim, podemos verificar que

a média de ocorrências desta espécie invasora é superior em Câmara de Lobos, quer para o estado larvar quer para os adultos.

RELAÇÃO ENTRE OCORRÊNCIAS DE *Aedes aegypti* E FATORES CLIMÁTICOS

Na abordagem da relação entre a abundância de mosquitos adultos de *Aedes aegypti*, a temperatura e a humidade relativa, testou-se a normalidade dos dados com os testes Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk, tendo-se concluído que a distribuição não é normal, pelo que, se recorreu ao teste não paramétrico Rho de Spearman (Quadro 6).

Quadro 6 – Coeficientes de correlação de Spearman entre ocorrência de adultos *Aedes aegypti* e os valores máximos e mínimos de temperatura e humidade

Ocorrência de <i>Aedes aegypti</i>		
Temperatura mínima	r=0,221	P <0,001
Temperatura máxima	n.s.	
Humidade Relativa mínima	r=0,160	P <0,01
Humidade Relativa máxima	n.s.	

O nível de ocorrência de mosquitos adultos de *Aedes aegypti* está relacionada positivamente com a temperatura mínima, ou seja, aumenta com o aumento da temperatura mínima e com os valores de humidade relativa mínima registados durante as colheitas (Quadro 6). Assim, a sua ocorrência aumenta quando há um aumento da humidade relativa mínima. Podemos ainda concluir que a ocorrência desta espécie nas colheitas realizadas não está relacionada com os valores de temperatura máxima nem com os valores de humidade relativa máxima.

De fato, Epstein *et al.* (1998) refere que é especialmente o aumento das temperaturas mínimas que favorece a atividade dos mosquitos e, de acordo com Christophers (1960), a humidade relativa elevada é favorável à vida das espécies de mosquitos sobretudo quando as temperaturas não são elevadas.

As observações realizadas em pontos anteriores deste trabalho, demonstram que a abundância de *Aedes aegypti* verificada em Câmara de Lobos foi superior à registada no Funchal, onde as temperaturas médias foram geralmente mais elevadas, e a humidade mais baixa.

Diversos estudos têm concluído que o aumento das temperaturas globais pode levar a um aumento da distribuição e do número de casos de doenças transmitidas por vetores. No entanto, o impacto será mais significativo se o aumento for das temperaturas mínimas, uma vez que o aumento das temperaturas máximas pode levar à morte do mosquito (Lopez-Vélez e Moreno, 2005).

Por outro lado, Reiter (2001) defende que a história das principais doenças transmitidas por vetores como a Malária, Febre-amarela e Dengue revela que o clima raramente foi determinante na sua prevalência, assumindo as atividades humanas uma importância muito mais significativa. Apesar disso, reconhece que, associado às atividades humanas, o aumento das temperaturas pode levar a uma maior dispersão dos vetores.

RELAÇÃO ENTRE OCORRÊNCIAS DE *Aedes aegypti* E DAS ESPÉCIES AUTÓCTONES

De modo a compreender a relação entre a ocorrência de mosquitos adultos *Aedes aegypti* com a ocorrência de indivíduos das restantes espécies autóctones, foi efetuado o teste não paramétrico Rho de Spearman, cujo resultado ($r=-0,139$; $P<0,01$) mostra que a ocorrência de mosquitos adultos *Aedes aegypti* tem uma relação significativa e negativa com a ocorrência das restantes espécies identificadas pelo REVIVE, o que significa que a sua ocorrência diminui com o aumento da ocorrência de *Aedes aegypti*.

Quadro 7 – Coeficientes de correlação de Spearman entre a ocorrência de mosquitos adultos de *Aedes aegypti* e cada uma das espécies autóctones

Ocorrência de <i>Aedes aegypti</i>		
<i>Aedes aetoni</i>		n.s.
<i>Culiseta longiareolata</i>	$r=-0,254$	$P < 0.001$
<i>Culex pipiens</i>		n.s.
<i>Culex theileri</i>	$r=-0,154$	$P < 0.01$

Numa análise à relação entre as várias espécies (Quadro 7), verificamos que a ocorrência de mosquitos adultos *Culiseta longiareolata* e *Culex theileri* têm uma relação negativa com a de *Aedes aegypti*, o que significa que a sua ocorrência diminui com o aumento da ocorrência de *Aedes aegypti*.

Outra questão que se pretendia analisar era se a ocorrência de larvas de *Aedes aegypti* estaria relacionada com a ocorrência de larvas das espécies autóctones.

De acordo com o resultado do teste não paramétrico Rho de Spearman realizado ($r=-0,618$; $P < 0,001$) pode confirmar-se que existe relação significativa, negativa, entre a ocorrência de imaturos nas colheitas realizadas. O que significa que quando se verifica um aumento da ocorrência de *Aedes aegypti* diminui a das restantes espécies.

Quadro 8 – Coeficientes de correlação de Spearman entre a ocorrência de imaturos de *Aedes aegypti* e cada uma das espécies autóctones

<i>Aedes aegypti</i>		
<i>Aedes aetoni</i>		n.s.
<i>Culiseta longiareolata</i>	$r=-0,327$	$P < 0.001$
<i>Culex pipiens</i>	$r=-0,321$	$P < 0.01$
<i>Culex theileri</i>	$r=-0,197$	$P < 0.05$

O Quadro 8 mostra que a relação de *Aedes aegypti* é significativa com todas as espécies autóctones presentes, exceto com *Aedes eatoni*.

Juliano e Lounibos (2005) referem que há dois tipos de impactos negativos dos mosquitos invasores: impacto sobre as espécies nativas e ecossistemas e impacto sobre a saúde humana. Nos estádios imaturos, os impactos negativos são sobretudo, sobre as espécies nativas. Também Silva (2008) e Lookwood, *et al.* (2007) referem que um dos fatores que condiciona a invasão é a competição com as espécies nativas, o que parece ser o caso das larvas de *Aedes aegypti* colhidas na Madeira. Com base nos dados REVIVE analisados, foram também registados efeitos de *Aedes aegypti* sobre mosquitos adultos *Culiseta longiareolata* e *Culex theileri* e sobre a saúde humana.

7.4.4 CONCLUSÕES

Uma análise inicial aos dados revela uma grande dispersão nos valores das ocorrências de imaturos e adultos de todas as espécies, em especial das autóctones.

A primeira questão, em que nos propusemos perceber se a ocorrência de *Aedes aegypti* na Madeira era influenciada por fatores climáticos, verificámos que existe uma relação significativa com os valores de temperatura mínima e de humidade relativa mínima registados durante as colheitas, sendo a temperatura mínima a que apresenta uma relação mais forte. Assim, aumentos da temperatura mínima e da humidade relativa mínima favoreceram a ocorrência de adultos da espécie invasora, *Aedes aegypti*, na Madeira.

No que se refere à segunda questão, em que se procurou saber se a ocorrência de mosquitos adultos *Aedes aegypti* estava relacionada com a ocorrência das espécies autóctones, verificou-se a existência de uma relação significativa e negativa. Assim, com o aumento da ocorrência de mosquitos adultos *Aedes aegypti*, houve uma diminuição das espécies autóctones, em especial *Culiseta longiareolata* e *Culex theileri*.

Relativamente à terceira questão em que pretendia saber-se se a ocorrência de imaturos de *Aedes aegypti* na Madeira estava relacionada com a ocorrência de imaturos das espécies autóctones, podemos concluir que existe uma relação

significativa, negativa, entre a ocorrência de imaturos de *Aedes aegypti* e a das espécies autóctones *Culiseta longiareolata*, *Culex pipiens* e *Culex theileri*, ou seja, diminuem as ocorrências destas espécies com o aumento da de *Aedes aegypti*.

Esta análise permite também concluir que, nos imaturos, a relação entre a ocorrência de *Aedes aegypti* e a das espécies autóctones é mais significativa do que nos adultos.

8 VIGILÂNCIA

O principal objetivo da vigilância epidemiológica é a detecção precoce de casos de introdução ou alteração de abundâncias de espécies de mosquitos, para que as medidas de controlo sejam indicadas atempadamente, de modo a evitar novas ocorrências, prevenindo-se assim as epidemias.

A vigilância inclui a recolha sistemática e contínua de dados, a notificação de casos confirmados, o acompanhamento da distribuição, disseminação e gravidade dos casos, determinação da distribuição geográfica e densidade do vetor, avaliação da eficácia dos programas de prevenção e controlo, identificação das áreas de risco e a interpretação e divulgação de dados.

8.1 VIGILÂNCIA NA EUROPA

Uma vez que os mosquitos não respeitam fronteiras nacionais, as atividades de vigilância devem existir em todos os países do continente europeu, onde as condições ambientais sejam favoráveis ao estabelecimento de mosquitos invasivos.

A legislação da União Europeia obriga à notificação das doenças transmitidas por vetores através do sistema de alerta rápido para doenças transmissíveis. Por outro lado, há vários programas de vigilância nos países da Europa Ocidental. No entanto, quase não há informação dos países do Sudeste da Europa, nomeadamente de países com condições climáticas adequadas ao estabelecimento do *Aedes albopictus*.

O *European Centre for Disease Prevention and Control* (ECDC) foi criado em 2005. É uma agência da EU, sediada em Estocolmo, Suécia, com o objetivo de reforçar as defesas da Europa contra as doenças infecciosas. O ECDC é a entidade responsável pela identificação, avaliação e comunicação de ameaças, por parte de doenças infecciosas, para a saúde humana.

As suas principais atividades são a vigilância de dados de doenças infecciosas na União Europeia; a emissão de pareceres científicos fundamentados sobre os riscos

decorrentes de doenças infecciosas; a identificação de ameaças emergentes para a saúde de modo a permitir uma resposta oportuna; resposta a qualquer ameaça de doença transmissível, através da preparação para pandemias e casos pontuais, com base na investigação; organização de formações de curta duração para treinar Estado-Membros e assegurar que o público e todas as partes interessadas sejam rapidamente providas informações objetivas, fiáveis e facilmente acessíveis em relação aos resultados do seu trabalho³³.

O ECDC elaborou o *Programme on emerging and vector-borne diseases* e uma rede de vigilância de vetores em toda a Europa (VBORNET) para a qual Portugal colabora através do programa REVIVE.

O *Programme on emerging and vector-borne diseases*, pretende fornecer aos estados membros conhecimento científico e outras ferramentas de apoio à tomada de decisão e ainda propor medidas de prevenção e controlo adequadas.

O VBORNET, a Rede Europeia para Vigilância de Artrópodes Vetores para a Saúde Pública Humana tem como objetivo estabelecer uma rede europeia de entomologistas e especialistas em saúde pública, para apoiar o ECDC. As suas principais tarefas são a elaboração de mapas dos principais artrópodes vetores de doenças e a elaboração de um inventário de doenças transmitidas por vetores e atividades de saúde pública relacionadas, na Europa.

Em 2009, o ECDC elaborou o *Development of Aedes albopictus risk maps* (ECDC, 2009) onde, além de avaliar o risco de instalação de *Aedes albopictus* na Europa, caso seja introduzido, elaborou mapas sobre a sua distribuição. Os resultados têm o objetivo de criar ferramentas para as autoridades de saúde de cada país utilizarem na preparação de planos, para a introdução de potenciais doenças transmitidas por vetores. Em 2010, na sequência da criação de um grupo de peritos sobre alterações climáticas, publicou o manual *Climate change and communicable diseases in the EU Member States* (ECDC, 2010), que pretende apoiar os estados membros na avaliação da sua vulnerabilidade, os possíveis impactos e medidas de adaptação às alterações climáticas. Em 2012 elaborou um relatório técnico sobre a adequação climática para a

³³ Fonte: <http://www.ecdc.europa.eu/>, consulta a 25/02/2014.

transmissão de dengue no continente europeu apresentando mapas que avaliavam a probabilidade de um determinado local dentro ser climaticamente adequado (como habitat) para os dois vetores do vírus Dengue, *Ae. albopictus* e *Ae. aegypti*, bem como se esses locais eram climaticamente adequados para a transmissão de dengue. Realizou, ainda, várias avaliações de risco para a ocorrência de várias doenças transmitidas por vetores na Europa. Já em 2013 elaborou um manual, o *Environmental risk mapping: Aedes albopictus in Europe* (ECDC, 2013b), com mapas que indicam o potencial de *Ae. albopictus* para disseminar ainda mais na Europa, mostrando os locais que podem ser adequados para o *Ae. albopictus* e as rotas potenciais de dispersão que ele pode usar.

O ECDC elaborou, em 2012, as diretrizes que estão publicadas no relatório técnico: “*Guidelines for the surveillance of invasive mosquitoes in Europe*” (ECDC, 2012c). Este documento tem como principal objetivo apoiar a implementação da vigilância de espécies invasivas importantes para a saúde pública e uniformizar os procedimentos de vigilância na Europa. Fornece dados e apoio técnico especialmente para a colheita de dados de campo, que posteriormente regista, para que os dados dos vários países possam ser comparados ao longo do tempo.

São estabelecidos três cenários possíveis, de acordo com os quais deverão ser adotadas estratégias de vigilância diferentes. Assim, a vigilância deve ser planeada de acordo com o risco de exposição aos vetores. Por exemplo, os países do Norte não tem condições climáticas que permitam a sobrevivência dos ovos, logo não precisam de programas de vigilância. Os países que ainda não têm mosquitos vetores mas com condições climáticas que permitam a sobrevivência dos ovos e a sua proliferação, devem dispor de programas de vigilância seleccionando os locais com maior probabilidade de detetar os mosquitos tais como portos, marinas, aeroportos e pontos de paragem em estradas.

Nos países onde o vetor se encontra estabelecido é importante acompanhar a sua dinâmica sazonal de modo a decidir quais as medidas de intervenção adequadas. Dentro do mesmo país é importante monitorizar as rotas comerciais e as rotas de tráfego para prevenir a sua expansão.

Cada país deve definir diretrizes nacionais de vigilância e intervenção necessárias à monitorização da presença e da densidade das populações de vetores, possibilitando

a detecção precoce e assim um controlo mais rápido e eficaz, podendo evitar o estabelecimento da espécie invasiva.

As espécies alvo das diretrizes do ECDC são as espécies exóticas invasivas *Aedes* identificadas introduzidas na Europa até ao momento, nomeadamente *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus*, *Aedes japonicus*, *Aedes koreicus* e *Aedes triseriatus*.

O ECDC tem um papel fundamental no estabelecimento e manutenção de redes europeias especializadas, pretendendo apoiar as ações de resposta a surtos. Apoia o EDEN next (*Emerging Diseases in a Changing European Environment*), um projeto integrado da Comissão Europeia que visa identificar, descrever, explicar e prever o impacto das mudanças ambientais na saúde humana. Visa identificar e catalogar os ecossistemas europeus e as condições ambientais que podem influenciar a distribuição espacial, temporal e dinâmica dos agentes patogénicos humanos. Está organizado em vários sub-projetos ligados entre si como a monitorização da biodiversidade, detecção de alterações ambientais, modelação de doença, informação e comunicação.³⁴

A OMS, no contexto da aplicação do Regulamento Sanitário Internacional tem como objetivo principal a atualização de orientações e instrumentos de vigilância e controlo de vetores.

Com a Estratégia Global para Prevenção e Controlo do Vírus Dengue 2012-2020 (WHO, 2012a), a OMS pretendeu aconselhar sobre resposta a situações de emergência, avaliação de riscos, sistemas de alerta precoce e medidas preventivas. O seu principal objetivo é a redução da mortalidade e morbilidade por Dengue em 50% e 25% respetivamente, até 2020.

Está em elaboração uma plataforma web de identificação de vetores e um “Manual de vigilância e controlo do vetor nos pontos de entrada”. Este manual pretende definir ações de controlo, de todas as espécies de vetores, em meios de transporte, mercadorias ou bagagens.

³⁴ Fonte: <http://www.ecdc.europa.eu/>, consulta a 25/02/2014.

Também a EMCA (Mosquito Control Association European), reúne profissionais e especialistas com o objetivo de fortalecer a cooperação nos aspetos técnicos e operacionais do controlo de mosquitos.

Em 2011 a EMCA, lançou o documento “*Guidelines for the control of invasive mosquitoes and associated vectorborne diseases on the European continent*” (WHO/EMCA, 2011), um documento estratégico com ênfase no controlo de mosquitos invasivos.

Trata-se uma associação sem fins lucrativos, registada em Estrasburgo. Foi fundada em Março de 2000 na Alemanha e tem membros da Europa, Médio Oriente, África e EUA.

8.2 VIGILÂNCIA EM PORTUGAL CONTINENTAL

Portugal (Continental) é um dos países que, apesar de não ter mosquitos invasores dispõe de condições climáticas que permitem a sobrevivência e proliferação dos seus ovos, logo, de acordo com as *Guidelines* do ECDC, deve dispor de programas de vigilância. No arquipélago da Madeira, uma vez que o vetor *Aedes aegypti* se encontra estabelecido, deve ser acompanhada a sua dinâmica sazonal e monitorizadas as rotas comerciais, para prevenir a sua expansão.

Portugal dispõe de uma Rede de Vigilância de Vectores (REVIVE), que resulta da colaboração entre instituições do Ministério da Saúde, nomeadamente da DGS, do CEVDI/INSA e das ARS's desde 2008. Em 2010, o Instituto de Administração da Saúde e Assuntos Sociais da Madeira (IA Saúde) juntou-se ao programa REVIVE.

O programa REVIVE iniciou em 2008 com a finalidade de conhecer as espécies de vetores presentes, a sua distribuição geográfica e capacidade vetorial. Este consiste no estudo de culicídeos adultos e na fase larvar e decorre entre maio e outubro em Portugal Continental, e entre abril e novembro na Madeira.

O trabalho de colheita/captura é realizado pelos Técnicos de Saúde Ambiental (TSA) das Unidades de Saúde Pública das ARS's e o trabalho laboratorial é da responsabilidade do CEVDI/INSA.

A seleção dos locais de colheita, calendarização de colheitas e a sua execução, preenchimento de boletins com os dados da colheita e envio de amostras para laboratório são da responsabilidade dos TSA. No CEVDI/INSA, as amostras chegam até três dias após o início do trabalho de campo, em malas refrigeradas, procede-se à identificação das espécies de culicídeos e à pesquisa de Flavivírus, testando a sua presença em espécies de mosquitos vetores. Os dados que constam no boletim de colheita – informações sobre quem colheu e onde, coordenadas GPS, condições atmosféricas, humidade, temperatura, descrição do local de colheita, etc. – são registados numa base de dados, para posterior tratamento dos dados e elaboração de relatórios mensais e anuais.

Em 2010 foi assinado um novo protocolo REVIVE na sequência do Despacho n.º 42/2010, de 11 de maio, onde o Programa REVIVE foi considerado de interesse para a Saúde Pública. O novo protocolo tem uma vigência de 2011 a 2015 e foi incluída a vigilância de outros vetores com interesse em saúde pública como os ixodídeos.

8.2.1 COLHEITAS

As colheitas de culicídeos são efetuadas pelos Técnicos de Saúde Ambiental, das Unidades de Saúde Pública em períodos de três dias. Os métodos de colheitas utilizados são diferentes, de acordo com a fase do ciclo de vida do mosquito. O objetivo da colheita de imaturos é a identificação mais completa da distribuição das espécies e a captura de culicídeos vivos permite a pesquisa de agentes infecciosos.

Para a colheita de imaturos, larvas e pupas, em criadouros aquáticos, é recomendada a utilização de caços, mas podem ser utilizados outros materiais como passadores, redes de malha apropriada, colheres, etc., (Figura 30) dependendo do habitat. As larvas são colocadas em frascos ou garrafas de recolha.



Figura 30 – Colheita de larvas

A colheita de adultos pode ser realizada de duas formas: utilização de aspirador e armadilha CDC. O aspirador pode ser utilizado em populações de mosquitos que se encontram em repouso no interior de habitações ou estábulos e na vegetação, etc.

O método mais utilizado para a captura de adultos é com armadilhas tipo CDC (Centers of Disease Control). Estas armadilhas (Figura 31) são utilizadas para capturar fêmeas à procura de uma refeição de sangue. Usa como atrativos a libertação de CO₂, obtido a partir da sublimação do gelo seco. Quando os mosquitos atingem a armadilha, são sugados para uma bolsa permeável ao ar. As armadilhas CDC também estão equipadas com uma luz fraca, que serve como atrativo adicional.



Figura 31 – Armadilha CDC e atrativo (gelo seco)

As armadilhas são colocadas no final da tarde e recolhidas no início do dia seguinte. São ainda registados os dados ambientais da colheita, tais como: Identificação do local, coordenadas GPS, tipo de habitat/criadouro, humidade e temperatura máximas e mínimas, presença de vento ou chuva, descrição da presença de animais na envolvente, etc. Estes dados são enviados, juntamente com as amostras para o laboratório. De modo a permitir o estudo de arbovírus, os culicídeos capturados são enviados vivos, em caixas térmicas.

8.2.2 REVIVE - RESULTADOS DA VIGILÂNCIA

O Programa REVIVE iniciou-se em 2008 e identificou, entre maio e outubro, 14 espécies de mosquitos não exóticas, sem flavivírus patogénicos para o homem, em 43 Concelhos do País. O número de concelhos envolvidos, o número de mosquitos capturados e o número de espécies identificadas tem vindo a aumentar e no final do ano de 2012, este programa já envolvia 88 concelhos (Figura 32), de 6 regiões (todas as regiões de saúde exceto a Região Autónoma dos Açores) (Alves *et al.*, 2012a).

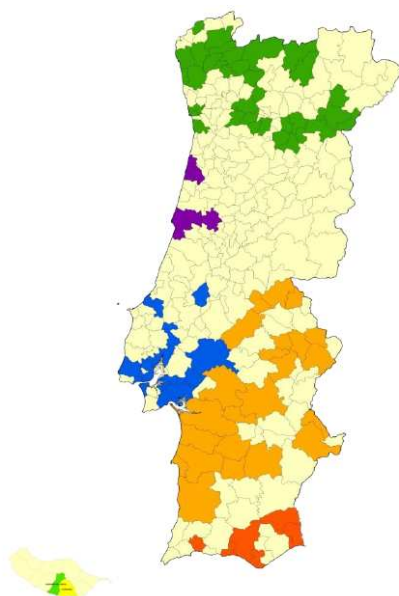


Figura 32 – Concelhos envolvidos no Programa Revive 2012³⁵

³⁵ Fonte: ALVES *et al.* (2012a)

Foram recebidos pelo CEVDI, em 2012 um total de 47124 mosquitos, resultantes de 719 colheitas de mosquitos adultos e de 688 colheitas de imaturos. Nesse ano foram identificadas 21 espécies de culicídeos. No total, desde 2008, o Revive identificou 25 espécies, todas pertencentes à fauna de culicídeos de Portugal (Quadro 9), incluindo *Aedes aegypti*, identificado pela primeira vez na Madeira em 2005 e responsável pelo surto de Dengue em outubro de 2012 (Alves *et al.*, 2012a).

Quadro 9 - Espécies identificadas no Programa Revive entre 2008 e 2012³⁶

Nacionais	2008		2009		2010		2011		2012	
	Larvas	Adultos	Larvas	Adultos	Larvas	Adultos	Larvas	Adultos	Larvas	Adultos
<i>Aedes aegypti</i>					✓	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Ae. eatoni</i>							✓	✓		
<i>Anopheles algeriensis</i>		✓		✓		✓	✓	✓		
<i>An. claviger</i>		✓		✓		✓	✓	✓		✓
<i>An. maculipennis</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<i>An. plumbeus</i>				✓				✓		
<i>Coquillettidea richiardi</i>				✓		✓		✓		✓
<i>Culiseta annulata</i>		✓	✓	✓		✓	✓	✓		✓
<i>Cs. longiareolata</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Culex hortensis</i>	✓		✓		✓		✓		✓	✓
<i>Cx. impudicus</i>								✓		
<i>Cx. impudicus/ territans</i>			✓		✓		✓		✓	
<i>Cx. laticinctus</i>	✓				✓		✓	✓	✓	✓
<i>Cx. mimeticus</i>						✓		✓		
<i>Cx. modestus</i>								✓		✓
<i>Cx. perexiguus</i>	✓	✓		✓	✓	✓		✓	✓	✓
<i>Cx. pipiens</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Cx. territans</i>							✓		✓	
<i>Cx. theileri</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Cx. torrentium</i>			✓		✓		✓		✓	
<i>Ochlerotatus berlandi</i>						✓		✓		✓
<i>Oc. caspius</i>		✓		✓		✓	✓	✓		✓
<i>Oc. detritus</i>		✓		✓		✓		✓		✓
<i>Oc. geniculatus</i>								✓		✓
<i>Uranotaenia unguiculata</i>	✓	✓		✓		✓		✓		✓

Nenhuma espécie invasora foi encontrada, à exceção de *Aedes aegypti* identificado na Madeira. Em nenhum dos casos foram identificados flavivírus patogénicos para o homem (Alves *et al.*, 2012a).

Em 2005 foi detetado *Aedes aegypti* na Madeira, e em outubro de 2012 ocorreu um surto de Dengue no arquipélago. *Aedes aegypti*, ausente de Portugal Continental

³⁶ Fonte: Alves *et al.* (2012a)

desde 1956, é neste momento motivo de preocupação por parte das autoridades de saúde, devido à probabilidade de reintrodução no continente (Alves *et al.*, 2010b).

Quadro 10 – Número de espécies identificadas e espécies mais abundantes REVIVE 2008-2012³⁷

Região	N.º espécies identificadas	Espécie mais abundante	
		(Larva)	(Adulto)
Alentejo	19	<i>Culiseta longiareolata</i>	<i>Culex pipiens</i>
Algarve	18	<i>Culex pipiens</i>	<i>Culex pipiens</i>
Centro	15	<i>Culiseta longiareolata</i>	<i>Ochlerotatus caspius</i>
Lisboa e Vale do Tejo	11	<i>Culiseta longiareolata</i>	<i>Culex pipiens</i>
Norte	13	<i>Culex pipiens</i>	<i>Culex pipiens</i>
Madeira	5	<i>Aedes aegypti</i>	<i>Aedes aegypti</i>

Das espécies mais abundantes em Portugal Continental (Quadro 10), duas merecem especial atenção: *Culex pipiens* e *Culex theileri* ambos reservatórios e vetores do vírus *West Nile* e ambos já responsáveis pela transmissão de doença em Portugal. O vírus *West Nile* foi isolado em *Culex pipiens* no Algarve e *Culex theileri* já foi vetor de Filariose no Concelho de Alcácer do Sal (Almeida, 2011).

8.3 VIGILÂNCIA NA MADEIRA

Em 2010 e 2011, o REVIVE (Rede Nacional de Vigilância de Vectores) recebeu colheitas de mosquitos da Madeira. Foram identificadas cinco espécies (*Aedes aegypti*, *Aedes aetoni*, *Culex pipiens*, *Culex theileri* e *Culiseta longiareolata*), das quais apenas uma invasora, *Aedes aegypti*.

³⁷ Fonte: ALVES *et al.* (2012a)

Em 2010 o período de colheitas decorreu entre abril e novembro, verificando-se a presença de *Aedes aegypti* a partir do mês de agosto, aumentando a sua densidade até novembro, final da época de colheitas (Figura 33).

A espécie com maior abundância relativa, na ausência de *Aedes aegypti*, é *Culiseta longiareolata*. O que deixa de se verificar quando começa a aumentar a densidade de *Aedes aegypti*, em especial no estado larvar.

Em 2011, tal como em 2010, verificou-se o aumento da abundância de *Aedes aegypti*, ao longo do período de colheitas, que decorreu de maio a novembro. Mais uma vez se verificou a redução da abundância de *Culiseta longiareolata* à medida que aumentou a de *Aedes aegypti* (Figura 33).

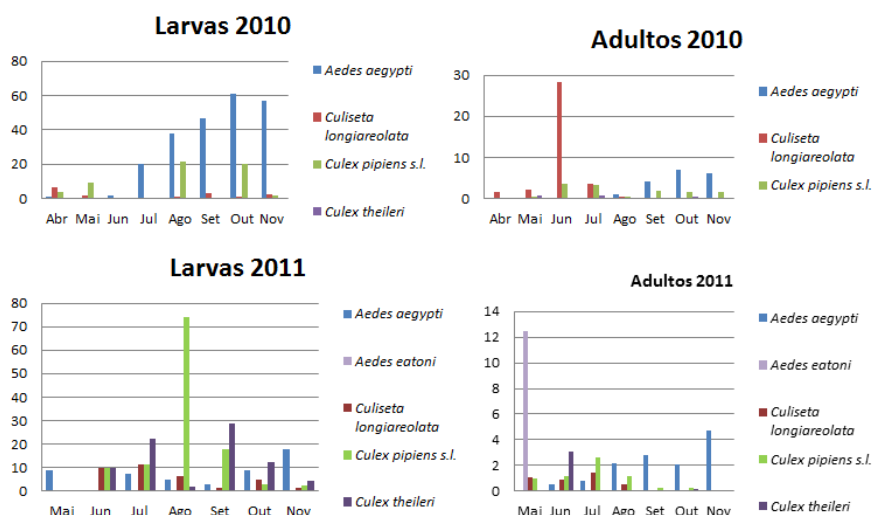


Figura 33 – Ocorrências das várias espécies em 2010 em 2011³⁸

Registou-se a presença de *Culex pipiens* e *Culex theileri* ao longo de todo o período, com uma redução considerável a partir de outubro, tanto no estágio larvar como no adulto.

³⁸ Fonte: Dados REVIVE 2010 e 2011

Os dados de 2010 e 2011 demonstraram um aumento da abundância de *Aedes aegypti* a partir do mês de julho, atingindo o seu máximo em outubro e novembro.

Em 2012, ano em que aconteceu o surto de Dengue, a recolha de mosquitos, no âmbito do REVIVE decorreu em julho e setembro, nos concelhos do Funchal e Câmara de Lobos. A espécie mais abundante foi *Aedes aegypti*, seguida de *Culex pipiens*.

Verificou-se um aumento da abundância de *Aedes aegypti*, um dos fatores de risco, relativamente ao mesmo período dos anos anteriores (Figura 23) o que pode ser explicado pelo aumento das temperaturas em 2012, pelo fato do inverno anterior ter sido um dos mais secos dos últimos 50 anos, levando a um grande aumento do número de eclosões aquando do aumento da precipitação e/ou por alguma diminuição das medidas de controlo do vetor.

Podemos ainda concluir que a densidade da espécie *Aedes aegypti* foi maior no Concelho de Câmara de Lobos, o que apresentou médias de temperatura mais baixas e humidade relativa mais elevada.

Não foram detetados flavivírus patogénicos para o homem, nas amostras analisadas em julho e setembro de 2012 no âmbito do REVIVE (Alves *et al.*, 2012).

8.4 VIGILÂNCIA DE PORTOS E AEROPORTOS

O Regulamento Sanitário Internacional (RSI) estabelece procedimentos que visam prevenir a disseminação de doenças a nível internacional, através da monitorização, vigilância e resposta a emergências em Saúde Pública. Assim, de acordo com o RSI, o Estado deve estar munido de programas e de pessoal treinado para o controlo de vetores e reservatórios nos seus pontos de entrada (portos, aeroportos e fronteiras).

Em 2009, o REVIVE tinha amostragens de quatro portos e um aeroporto, de duas Regiões de Saúde (Centro e Algarve). Em 2012 apenas as regiões de Lisboa e Vale do Tejo, Madeira e Açores não tinham vigilância nos seus portos e aeroportos, no âmbito do REVIVE.

As colheitas para monitorização de adultos e imaturos decorreram entre abril e dezembro, maioritariamente por armadilhas CDC e aspiradores, não tendo sido encontradas espécies invasoras.

O objetivo do controlo de vetores é a aplicação de meios que permitam reduzir ou eliminar a densidade populacional do mosquito, de modo a evitar o seu contacto com os seres humanos, minimizando o incómodo causado e a transmissão de doenças, com o menor impacto possível sobre o ambiente (Almeida, 2011; Forattini, 1996).

Antes da Segunda Guerra Mundial, o controle de vetores foi realizado com base no controlo ambiental da proliferação de mosquitos. As medidas eram baseadas em informações sobre as preferências das espécies de vetor por diferentes habitats para reprodução. Este conhecimento foi usado para intervir nos criadouros. Há evidências de que a gestão ambiental teve um impacto positivo (WHO, 2012b).

O aparecimento do DDT (Dicloro-Difenil-Tricloroetano) e outros pesticidas organoclorados na década de 1940 alterou a forma de luta contra os vetores, tendo sido pulverizadas casas e abrigos, o que reduziu drasticamente o número de mosquitos da malária e outros insetos. Mais importante ainda, a pulverização reduziu a longevidade dos mosquitos, anterior à altura em que se tornam infecciosos, reduzindo substancialmente a transmissão de doenças por estes vetores. A malária foi eliminada em alguns países no entanto o aumento da resistência dos vetores aos inseticidas e os efeitos tóxicos levaram à interrupção da utilização de DDT. Entretanto, ficaram esquecidas as estratégias de gestão ambiental ou exploração de outros métodos de controlo, focando-se as atenções no desenvolvimento de novos inseticidas (WHO, 2012b).

No entanto, é importante a aplicação de outras medidas de controlo que não dependam exclusivamente dos inseticidas. As intervenções de controlo de vetores atuais dependem muito do uso de uma escolha limitada de inseticidas levando ao desenvolvimento de resistência que pode comprometer os esforços de controlo. Por outro lado, os inseticidas podem prejudicar a saúde humana e animal, tal como demonstrou a bióloga norte-americana Rachel Carson, no livro “Primavera Silenciosa” (WHO, 2012b).

A Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Orgânicos Persistentes e a resolução WHA50.13 da Assembleia Mundial da Saúde apelam aos países que elaborem estratégias sustentáveis para o controle de vetores, de modo a reduzir a sua dependência dos inseticidas (WHO, 2012b).

Alguns exemplos de políticas que podem conduzir a um controlo integrado de vetores, sugeridas no “HANDBOOK for Integrated Vector Management” (WHO, 2012b), são sobre:

- Gestão de pesticidas,
- Controlo integrado de pragas na agricultura,
- Normas de construção que contemplem medidas para evitar o contacto vetor-homem,
- Apoio dos sistemas locais de saúde,
- Descentralização da tomada de decisão e do financiamento,
- Saneamento para evitar a reprodução do vetor,
- Sensibilização e educação da população (WHO, 2012b).

9.1 MÉTODOS DE CONTROLO DE MOSQUITOS INVASORES

O controlo de mosquitos requer uma abordagem integrada que engloba a gestão ambiental, o controle químico, e o controle biológico. No entanto, o desenvolvimento de resistência aos inseticidas e o aumento do habitat do mosquito, como resultado da expansão urbana têm permitido um ressurgimento de mosquitos e das doenças que eles transmitem. São necessárias melhorias das velhas medidas de controlo e o desenvolvimento de novas tecnologias de controlo (Medlock *et al.*, 2006).

Verbas consideráveis são investidas com o objetivo de reduzir os danos causados por mosquitos na Europa, principalmente nas regiões turísticas em torno do Mediterrâneo e áreas agrícolas (por exemplo no norte da Itália e no norte da Grécia) (ECDC, 2012b).

Alterações na distribuição geográfica e na densidade de vetores podem justificar implementação de medidas que variam de acordo com as especificidades locais e com os meios disponíveis. A primeira opção no controlo de vetores deve ser a aplicação de medidas de gestão ambiental, que incluem atividades de planeamento, organização e acompanhamento para a modificação ou manipulação de fatores ambientais de modo a reduzir a propagação do vetor e o contacto vetor – homem – agente patogénico. As intervenções químicas devem ser consideradas apenas quando necessário, em situações de emergência. No entanto, o controlo químico continuará a desempenhar um papel no controlo de doenças transmitidas por vetores, principalmente quando é necessário um controlo rápido e eficaz, em situação de surto.

A seleção dos métodos a utilizar deve ter em conta critérios como a eficácia, sustentabilidade ou os custos. O ideal é combinar vários métodos de controlo de forma a manter as populações de mosquitos em níveis aceitáveis com baixo custo.

Assim, os métodos de controlo podem ser dirigidos às formas imaturas ou adultas e podem ser de 3 tipos, de acordo com o recurso utilizado: métodos de gestão ambiental, químicos ou biológicos (Almeida, 2011; Forattini, 1996; Ferreira, 1990).

GESTÃO AMBIENTAL

Refere-se a ações realizadas sobre o ambiente com o objetivo de reduzir as populações de mosquitos e está muito direccionada para a eliminação de criadouros. Para tal são importantes medidas sobre o saneamento básico, gestão de resíduos sólidos urbanos, alterações nas habitações e comportamentos humanos (WHO, 1984). É ainda muito importante a eliminação de criadouros artificiais, esvaziando-os ou enchendo-os com outro material como terra ou areia, por exemplo (Almeida, 2011; Forattini, 1996).

Uma boa forma de limitar os custos associados ao controlo de criadouros é a educação adequada da população, pois o seu envolvimento é muito importante (WHO, 1997).

Exemplo de algumas formas de controlo ambiental são, por exemplo a utilização de plantações que podem servir de bloqueio/ proteção, a proteção das habitações,

proteção do armazenamento de pneus usados ou outros resíduos com coberturas, encher recipientes com água salgada, etc. (Almeida, 2011; WHO, 1997).

A Organização Mundial de Saúde define três tipos de gestão do ambiente (WHO, 1984):

1. Modificação do ambiente: transformações físicas com criação de infra-estruturas de longa duração para reduzir o habitat do vetor, como por exemplo a instalação de infra-estruturas de água potável, evitando a criação de sistemas tradicionais de armazenamento de água que servirão para oviposição.

2. Manipulação ambiental: eliminação de criadouros, envolvendo a manipulação dos recipientes que possam guardar e manter a água parada, por exemplo aumentando a frequência na sua limpeza e esvaziamento, a correta gestão de resíduos não biodegradáveis, como pneus que podem guardar água da chuva ou a remoção de plantas que possam armazenar água.

3. Mudanças nas habitações e comportamentos humanos: como a instalação de redes contra os mosquitos nas janelas, portas e outras possíveis entradas para o mosquito, o uso de roupas que limitem a exposição da pele, uso de repelentes e inseticidas em *sprays* dentro das casas principalmente nas horas de maior exposição ao vetor (WHO, 1984).

CONTROLO QUÍMICO

Refere-se à utilização de substâncias químicas no controlo de mosquitos. São usados na forma de larvicidas para atingir as formas imaturas e de inseticidas para as formas adultas (Forattini, 1996).

Os métodos químicos destinados ao controlo das larvas incluem acetoarsenito de cobre, larvicidas, óleos ou associação de óleos com piretrinas, que atuam por ingestão (larvicidas) e por bloqueio dos espiráculos das larvas quando estas vêm à superfície da água (óleos), inibidores de desenvolvimento e inibidores de formação de quitina (Ferreira, 1990; Almeida, 2011).

O controlo químico do inseto adulto baseia-se muito no conhecimento dos seus hábitos tais como período de repouso, horas de picada da fêmea ou o tempo de evolução do parasita no organismo do mosquito. A escolha dos produtos e meios de aplicação depende do tipo de agente, do grau de resistência adquirido e da extensão das superfícies a tratar (Ferreira, 1990).

São conhecidos como métodos químicos para o controlo de adultos os inseticidas (podem ser destinados a aplicação nas habitações com pulverização residual ou a aplicação comunitária em situações de emergência como aerossóis), e os repelentes (para uso individual ou em redes mosquiteiras) (Almeida, 2011).

Entre os inseticidas para formas adultas dos insetos, empregam-se organofosforado (malatião) e piretróides (permetrina, resmetrina entre outros) (Medlock *et al.*, 2012).

As pulverizações com inseticidas podem ser aplicadas em todos os tipos de imóveis (residências, casas comerciais, escolas e serviços de saúde), praças, jardins e terrenos abandonados. Essa técnica é utilizada apenas em situações de emergência, pois há divergências sobre sua eficácia e porque não se conhece o impacto a longo prazo para os ecossistemas (Nunes, 2011).

CONTROLO BIOLÓGICO

Trata-se da introdução de organismos vivos que atacam, parasitam ou competem com a larva ou com o adulto, reduzindo a densidade populacional do vetor (Nunes, 2011).

O controlo biológico de larvas consiste no uso de predadores (inimigos naturais, peixes larvívoros, larvas de *Toxorhynchites*) e agentes patogénicos e parasitas (vírus, bactérias, fungos, protozoários, nemátodos). Entre estes, os que tiveram mais sucesso foram as bactérias *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (*Bti*) e *B. sphaericus* (*Bs*) que ao esporular produzem uma toxina que, quando ingerida, mata os mosquitos. Constituem os bioinseticidas mais utilizados para controlo larvar de mosquitos e têm a vantagem de ser seguros para o ambiente (Almeida, 2011; Mélo, 2009).

Tanto vertebrados como invertebrados incluem espécies predadoras que podem ser utilizadas no controlo de mosquitos. Entre os invertebrados há, atualmente, disponível

uma lista de predadores, incluindo hidrozoários, plantas, crustáceos ou insetos (Forattini, 1996).

A utilização de peixes de água doce que se alimentam de larvas de culicídeos, em especial os de pequena dimensão como é o caso da gambúsia (*mosquito fish*) e de poecílídeos (*guppy*), é uma prática bastante conhecida. A introdução da gambúsia tem tido resultados positivos, no entanto, uma vez que não é seletiva em relação às formas imaturas, pode ser prejudicial para outras espécies de mosquitos. Outra questão é a sua ação sobre as espécies de peixes autóctones, embora salvaguardada pela legislação nacional (Decreto-Lei n.º 565/99 de 21 de dezembro), ou com interesse económico (Forattini, 1996).

A utilização destas espécies implica a sua introdução noutros habitats. Assim seria importante fazer um esforço no sentido de seleccionar espécies autóctones que possam desempenhar esta função. Por outro lado pode aliar-se a utilização de espécies no controlo de culicídeos à piscicultura, se os peixes forem de interesse como alimento humano (Forattini, 1996).

As desvantagens associadas a este método de controlo referem-se a custos, dificuldade de aplicação e produção e ao fato de estar condicionado às condições da água e limitado aos estádios imaturos.

9.2 MEDIDAS DE CONTROLO E GESTÃO EM PORTUGAL

Com o objetivo de compreender de que forma é efetuada a gestão e o controlo, aquando de ocorrências relacionadas com mosquitos em Portugal, foi realizado um questionário (Anexo I) que foi aplicado junto das Administrações Regionais de Saúde. Foi enviado via e-mail a seis regiões de saúde. Responderam ao questionário quatro ARS's: Centro, Lisboa e Vale do Tejo, Alentejo e Algarve.

As questões formuladas pretendiam saber se houve ocorrências nos últimos dez anos, com ou sem casos de doença associados e quais, forma de atuação e entidades envolvidas.

As respostas obtidas permitem concluir que as Autoridades de Saúde têm conhecimento destas ocorrências através de queixas por parte da população ou, no caso do Alentejo, também por outros profissionais de saúde que conhecem o Programa REVIVE. Apenas Alentejo e Algarve citam casos de doença em humanos, nos últimos 10 anos. O questionário de Lisboa e Vale do Tejo refere a comunicação de ocorrências em 2004, 2008 e 2009 que terão causado apenas incomodidade (Quadro 11).

Quadro 11 – Respostas ARS's aos questionários

ARS	Comunicação de ocorrências	N.º de Casos de doença/hospitalização	Presença de espécies de vetores
Centro	0	0	Não
Lisboa e Vale do Tejo	3	0	Não
Alentejo	5	2	Sim
Algarve	2	2	Sim

Como se pode verificar, foram registadas dez ocorrências relacionadas com mosquitos nos últimos dez anos, nas Administrações Regionais de Saúde, as quais resultaram em duas hospitalizações no Alentejo, resultantes de picada e em dois casos de vírus *West Nile* no Algarve. As restantes situações referem-se a incomodidade. Nas regiões Alentejo e Algarve reconhece-se a presença de espécies de mosquitos vetores de doença.

Quando têm conhecimento destas situações, o procedimento das Autoridades de Saúde nas situações descritas foi:

1. Realização de colheitas para identificação de espécies e possíveis agentes patogénicos;
2. Contacto com outras entidades;
3. Identificação de criadouros;
4. Colaboração com as outras entidades na eliminação de criadouros e controlo de vetores;
5. Informação à população.

Parece que não é clara a responsabilidade no controlo quando ocorrem situações de doença ou de incomodidade. Em algumas situações, as Autoridades de Saúde contactaram as Câmaras Municipais, noutras situações contaram com o apoio de operadores turísticos e o Departamento de Saúde Pública do Algarve contou com a colaboração de entidades gestoras públicas na área do ambiente tais como a APA-ARH (Agência Portuguesa do Ambiente – Administração da Região Hidrográfica) e a CCDR (Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional) do Algarve, além dos municípios, para a implementação de medidas de controlo.

A informação à população parece ter sido feita com o apoio dos meios de comunicação social e de algumas ações de sensibilização em sala. Em alguns casos a informação focou as medidas preventivas (Alentejo), noutras visava a tranquilização da população (Algarve) e noutras apenas a informação sobre as medidas implementadas (Lisboa e Vale do Tejo).

10 CONCLUSÕES

Os mosquitos representam um problema de Saúde Pública quando ocorrem em grandes densidades, causando incómodo, ou quando são vetores de doença, infectando pessoas e animais com agentes patogénicos.

As espécies de mosquito que representam maior risco para a Saúde Pública em Portugal e na Europa são *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*, tendo sido já responsáveis por vários casos de doença. *Aedes aegypti* faz parte da fauna de culicídeos de Portugal Continental, apesar de não ser identificado desde 1956, e existe o risco de introdução de *Aedes albopictus*.

Das espécies autóctones mais abundantes em Portugal Continental, duas são reservatórios e vetores do vírus *West Nile*, *Culex pipiens* e *Culex theileri* (Alves *et al.*, 2012a), ambos já responsáveis pela transmissão de doença em Portugal. O vírus *West Nile* foi isolado em *Culex pipiens* no Algarve (Connell *et al.*, 2004) e *Culex theileri* já foi vetor de Filariose no Concelho de Alcácer do Sal (Esteves *et al.*, 2005). Testes serológicos em aves e cavalos revelam a presença e circulação do vírus *West Nile* em Portugal (Fevereiro, 2011).

Os mosquitos não sobrevivem muito tempo a temperaturas muito baixas nem a temperaturas muito altas. As previsões de alterações climáticas apontam para um aumento das temperaturas. A subida da temperatura máxima pode aumentar a mortalidade das espécies, mas a subida da temperatura mínima pode conduzir a aumentos de densidade. Por outro lado, uma atmosfera mais quente contém mais humidade. Também o aumento de precipitação pode levar ao aumento do número de criadouros. A conjugação destes fatores pode ser responsável pelo agravamento do risco de transmissão de arbovírus em Portugal.

Na análise à relação dos fatores climáticos com os casos de dengue durante o surto que começou na Madeira em 2012, pode concluir-se que, uma vez introduzido o agente patogénico, as condições climáticas favoreceram a ocorrência de casos de Dengue. Os três fatores climáticos considerados (temperatura, humidade e precipitação) proporcionam condições favoráveis ao desenvolvimento do vetor *Aedes*

aegypti, que aliadas ao aumento da sua densidade e à presença do vírus desencadearam a transmissão de Dengue.

Os resultados encontrados, na análise aos dados REVIVE 2010-2012, demonstram que a ocorrência de *Aedes aegypti* na Madeira foi influenciada pelos fatores climáticos temperatura mínima e humidade relativa mínima e que a sua ocorrência se relacionou com adultos das espécies *Culiseta longiareolata* e *Culex theileri* e imaturos de *Culiseta longiareolata*, *Culex pipiens* e *Culex theileri*. Esta relação é mais significativa no estado larvar.

Pode concluir-se ainda, que Portugal não dispõe de um documento-guia que estabeleça circuitos de comunicação, estratégias de atuação, responsabilidades, critérios e métodos de controlo, estratégias de colaboração na informação à população, entre outras. Assim aguarda-se a publicação, pela DGS, de um Plano de Contingência Nacional que permita definir claramente responsabilidades e medidas de atuação em caso de eventos de doenças transmitidas por vetores em Portugal.

Sugere-se a elaboração de um Plano de Prevenção que vise tanto a prevenção e controlo das populações de vetores, que apesar de não estarem infetadas, estão presentes no nosso país bem como prevenir a instalação de espécies invasoras como *Aedes aegypti* ou *Aedes albopictus*.

11 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADMINISTRAÇÃO REGIONAL DE SAÚDE DE LISBOA E VALE DO TEJO, I.P. (ARSLVT, I.P.) 2010. Relatório de Atividades 2010. ARS Lisboa e Vale do Tejo, P.P. Lisboa.

AJA BRASIL. Mosquito da Dengue. Disponível em: http://www.dengue.org.br/mosquito_aedes.html . Acedido em 19 de maio de 2013.

ALBUQUERQUE, M. F. P. M. 1993. Urbanization, Slums, and Endemics: The Production of Filariasis in Recife, Brazil. *Cadernos de Saúde Pública* 9 (4): 487-497.

ALMEIDA, A.P.G. 2011. Os mosquitos (Diptera, Culicidae) e a sua importância médica em Portugal: desafios para o século XXI. *Ata Médica Portuguesa* 24 (6): 961-74.

ALMEIDA, A.P.G *et al.*. 2007. Vector monitoring of *Aedes aegypti* in the Autonomous Region of Madeira, Portugal. *Euro Surveill* 12 (46): p. 3311. Disponível em: <http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=3311>. Acedido em 22 de julho de 2013.

ALVES, M.J. *et al.*. 2010a. Relatório REVIVE 2008/2009 - Programa Nacional de Vigilância de Vectores Culicídeos. Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge (INSA, IP), Lisboa.

ALVES, M.J. *et al.*. 2010b. Relatório REVIVE 2010 - Programa Nacional de Vigilância de Vectores Culicídeos. Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge (INSA, IP), Lisboa.

ALVES, M.J. *et al.*. 2012a. Relatório REVIVE 2012 - Programa Nacional de Vigilância de Vectores Culicídeos. Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge (INSA, IP), Lisboa.

ALVES, M.J. *et al.*. 2012b. Infecção por vírus *West Nile* (Flavivírus) em Portugal. Considerações acerca de um caso clínico de síndrome febril com exantema. *Revista Portuguesa de Doenças Infecciosas* 8 (1): 46-51.

ALVES, M.J. *et al.*. 2013. Clinical presentation and laboratory findings for the first autochthonous cases of Dengue fever in Madeira island, Portugal, outubro 2012. Euro Surveill 18 (6) : 20398. Disponível em: <http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=20398> Acedido em 10 de dezembro de 2013.

ANTUNES, F. *et al.*. 1987. Malaria in Portugal 1977-1986. Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene 81(4): 561-562.

BENEDICT, M.Q. *et al.*. 2007. Spread of the tiger: global risk of invasion by the mosquito *Aedes albopictus*. Vector-Borne and Zoonotic Diseases 7(1): 76-85.

BLACK, W.C. *et al.*. 1989. Laboratory study of competition between United States strains of *Aedes albopictus* and *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) J Med Entomol 26:260–71.

BRAGA, J.M. 1931. Culicídeos de Portugal. Instituto de Zoologia da Universidade do Porto, Porto.

CANYON, D.V. *et al.*. 1999. Adaptation of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) oviposition behavior in response to humidity and diet. Journal of Inset Physiology 45: 959–964.

CAMBOURNAC, F.J.C. 1938. *Aedes (ochlerotatus) longitubus*. A new species from Portugal. (Diptera). Proc. R. ent. Soc. Lond., Ser. B, 7 (3).

CAMBOURNAC, F.J.C. 1943. “*Orthopodomyia pulchpalpis*” Rondani (Diptera, Culicidae); sua ocorrência em Portugal. An. Inst. Hig. Med. Trop. 1.

CAMBOURNAC, F.J.C. 1976. *Aedes (Stegomyia) vittatus* Bigot (Diptera, Culicidae); sua ocorrência em Portugal. An. Inst. Hig. Med. Trop. 4 (1/4).

CAMBOURNAC, F. J. C.; SIMÕES J. M. P. 1944 “Sobre a alimentação dos ‘ranchos migratórios’ na região de Águas de Moura”, separata de *Lisboa Médica*, XXI (4): 205-212.

CHARREL, R.N. *et al.*. 2007. Chikungunya outbreaks—the globalization of vectorborne diseases. *The New England Journal of Medicine* 356:769–71.

CHRISTOPHERS, S.R. 1960. *Aedes aegypti*, the yellow fever mosquito. Cambridge University Press, Londres.

CLAIROUIN, I.N. 2009. Estudo dos Culicídeos (Diptera: Culicidae) nos Cemitérios das ilhas da Madeira e do Porto Santo. Dissertação (Doutoramento). Universidade Nova de Lisboa, Instituto de Higiene e Medicina Tropical, Lisboa.

CLEMENTS, A. N. 1992. *The Biology of Mosquitoes: Development, Nutrition and Reproduction* (Volume 1). Chapman & Hall, London.

CMP (Câmara Municipal de Palmela). 2001. Memórias do Instituto de Malariologia de Águas de Moura: Da Luta Anti-Palúdica ao Museu. Câmara Municipal de Palmela, Palmela.

CONNELL, J. *et al.*. 2004. Two linked cases of *West Nile* vírus (WNV) acquired by Irish tourists in the Algarve, Portugal. *Euro Surveill* 8. <http://www.eurosurveillance.org/ew/2004/040805.asp#1> Acedido em 4 de fevereiro de 2014

COLAUTTI, R.I.; MACISAAC, H.J. 2004. A neutral terminology to define ‘invasive’ species. *Diversity and Distributions* 10: 135-141.

DIRECÇÃO GERAL DA SAÚDE (DGS). 2012a. Dengue na Região Autónoma da Madeira – Comunicado da Direcção Geral de Saúde n.º C46.07.v1. DGS, Lisboa.

DIRECÇÃO GERAL DA SAÚDE (DGS). 2012b. Luta anti-vectorial contra *Aedes aegypti*. Orientação da Direcção Geral de Saúde n.º 18/2012, DGS, Lisboa.

DIRECÇÃO GERAL DA SAÚDE (DGS). 2013. Surto de dengue na Ilha da Madeira - situação em 19 de maio de 2013. DGS, Lisboa. Disponível em: <http://www.dgs.pt/?cn=683368347243AAAAAAAAAAAAA> Acedido em 22 julho de 2013.

EPSTEIN, P.R. *et al.*. 1998. Biological and physical signs of climate change: focus on mosquito-borne diseases. *Bulletin of the American Meteorological Society* 79 (3): 409-417.

ESTEVEES, *et al.* 2005. *West Nile* vírus in southern Portugal, 2004. *Vector-borne and zoonotic Diseases* 5 (4): 410-413.

EUROPEAN CENTRE FOR DISEASE PREVENTION AND CONTROL (ECDC):
www.ecdc.europa.eu

EUROPEAN CENTRE FOR DISEASE PREVENTION AND CONTROL (ECDC). 2009. Development of *Aedes albopictus* risk maps. ECDC, Stockholm.

EUROPEAN CENTRE FOR DISEASE PREVENTION AND CONTROL (ECDC). 2010. Climate change and communicable diseases in the EU Member States. Handbook for national vulnerability, impact and adaptation assessments. ECDC, Stockholm.

EUROPEAN CENTRE FOR DISEASE PREVENTION AND CONTROL (ECDC). 2012a. Autochthonous dengue cases in Madeira, Portugal. October 2012. ECDC, Stockholm.

EUROPEAN CENTRE FOR DISEASE PREVENTION AND CONTROL (ECDC). 2012b. The climatic suitability for dengue transmission in continental Europe. ECDC, Stockholm.

EUROPEAN CENTRE FOR DISEASE PREVENTION AND CONTROL (ECDC). 2012c. Guidelines for the surveillance of invasive mosquitoes in Europe. ECDC, Stockholm. Disponível em: <http://ecdc.europa.eu/en/publications/Publications/TER-Mosquito-surveillance-guidelines.pdf> Acedido em 18 de julho de 2013.

EUROPEAN CENTRE FOR DISEASE PREVENTION AND CONTROL (ECDC). 2013a. Dengue outbreak in Madeira, Portugal. October–November 2012. ECDC, Stockholm.

EUROPEAN CENTRE FOR DISEASE PREVENTION AND CONTROL (ECDC). 2013b. Environmental risk mapping: *Aedes albopictus* in Europe. ECDC, Stockholm.

EUROPEAN CENTRE FOR DISEASE PREVENTION AND CONTROL (ECDC), sd http://www.ecdc.europa.eu/en/healthtopics/chikungunya_fever/basic_facts/Pages/factsheet_health_professionals.aspx Acedido em 12 de setembro 2013.

FANG, J. 2010. A world without mosquitoes. Revista Nature 466: 432-434.

FERESIN, E. 2007. Tiger mosquitoes bring tropical disease to Europe. Disponível em: <http://www.nature.com/news/2007/070903/full/news070903-15.html> Acedido em 14 de maio de 2013.

FERNANDES, T. *et al.*. 1998. Isolation of vírus *West Nile* from a pool of unfed *Anopheles atroparvus* females in the Tejo River estuary, Portugal. Ata Parasitológica Portuguesa 5:7.

FERREIRA, M. 2003. Doenças tropicais: o clima e a saúde coletiva - alterações climáticas e a ocorrência de malária na área de influência do reservatório de Itaipu, PR. In Mudanças climáticas: repercussões globais e locais. Terra Livre 20 (1): 179-191.

FERREIRA, G. 1990. Moderna Saúde Pública. 6.^a Edição. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.

FEVEREIRO, M. 2011. Resultados serológicos que demonstram a ocorrência de infecções pelo vírus *West Nile* (WNV) em equinos e aves em Portugal (2004-2011). Disponível em: <http://dspace.uevora.pt/rdpc/handle/10174/4990> Acedido em 4 fevereiro de 2014.

FILIPE, A. 1972. Isolation in Portugal of West Nile Virus from *Anopheles maculipennis* mosquitoes. Acta Viroológica, 16: 361.

FORATTINI, O.P. 1996. Culicidologia Médica: Identificação, Biologia, Epidemiologia. Volume 2. Edusp, São Paulo.

FRANCO, J.G.E.; Craig, G.B. 1995. Biology, disease relationships and control of *Aedes albopictus*. PAHO, Washington D.C.

GAUTRET, P., *et al.*. 2009. Multicenter EuroTravNet/GeoSentinel study of travel-related infectious diseases in Europe. *Emerging Infectious Diseases* 15(11):1783.

GJENERO-MARGAN, I., *et al.*. 2011. Autochthonous dengue fever in Croatia, August–September 2010. *Euro Surveill* 16(9): 19805. Available online: <http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=19805>. Acedido em 5 de fevereiro de 2014.

GOMES, J.J.C. 2002. Estudo epidemiológico da dirofilariose canina no Concelho de Setúbal. Sua importância como zoonose (Dissertação). Instituto de Higiene e Medicina Tropical, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.

GONÇALVES, A.A.C.C. 1995. Contribuição para o Controlo da malária na Guiné-Bissau, Avaliação epidemiológica no Sector da Prábis (Dissertação). Instituto de Higiene e Medicina Tropical: Universidade Nova de Lisboa, Lisboa. Disponível em: <http://www.instituto-camoes.pt/glossario/Textos/Medicina/HTM/esporogonia.html>, Acedido em 19 julho 2013.

GOVERNO DA AUSTRÁLIA. 2013. Draft risk assessment report for the importation of *Aedes koreicus* (a mosquito). Departamento de Sustentabilidade, Ambiente, Águas, População e Comunidade. Disponível em: <http://www.environment.gov.au/biodiversity/wildlife-trade/invitecomment/pubs/aedes-koreicus.pdf>

GRANDADAM, M. *et al.*. 2011. Chikungunya vírus, Southeastern France. *Emerging Infectious Diseases Journal* 17:910-913.

GRATZ, N.G. 2004a. Critical review of the vector status of *Aedes albopictus*. *Medical and veterinary entomology* 18(3): 215-227.

GRATZ, N.G. 2004b. The mosquito-borne infections of Europe. *European Mosquito Bulletin* 17: 1-7.

HAWLEY, W.A. 1988. A biologia do *Aedes albopictus*. *Journal American Mosquito Control Association* 4 (Suppl): 1-40.

HENDRICKX, G.; LANCELOT, R. 2010. A perspective on emerging mosquito and phlebotomine-borne diseases in Europe. *Euro Surveill* 15 (10): p.19503. Disponível em: <http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=19503>. Acedido em 26 de julho 2013.

HILL, R. B. 1938. Método de profilaxia anti-sezonática em Portugal. *Actualidades Biológicas* (Conferências realizadas no Instituto Rocha Bento Cabral em Maio de 1938), Lisboa, XI.

HUBER, K. *et al.* 2004. Human transportation influences *Aedes aegypti* gene flow in Southeast Asia. *Ata Tropica* 90: 23 – 29.

INSTITUTO PORTUGUÊS DO MAR E DA ATMOSFERA: www.ipma.pt

JULIANO, S. A. 1998. Species introduction and replacement among mosquitoes: interspecific resource competition or apparent competition? *Ecology* 79:255–268

JULIANO, S.A.; LOUNIBUS, L. P. 2005. Ecology of invasive mosquitoes: effects on resident species and on human health. *Ecology Letters* 8(5): 558-574.

KARIM, N. *et al.* 2012. Climatic factors influencing Dengue cases in Dhaka city: A model for Dengue prediction. *Indian Journal of Medical Research* 136(1): 32–39.

KEATING, J. 2001. An investigation into the cyclical incidence of dengue fever. *Social Science & Medicine* 53: 1587-1597.

KILPATRICK, A.M. 2011. Globalization, land use and the invasion of West Nile vírus. *Science* 334(6054):323-327

LAMBRECHTS, L. *et al.* 2010. Consequences of the expanding global distribution of *Aedes albopictus* for dengue vírus transmission. *Plos neglected tropical diseases* 4(5): e646.

LANDEIRO, F. 1942. “O sezonismo e a luta anti-sezonática em Portugal: balanço de dez anos de luta”, em José Alberto de Faria, *Sezonismo: Dez Anos de Luta contra a Endemia*. Direcção dos Serviços Anti-Sezonáticos, Ministério do Interior – Direcção-Geral de Saúde, Lisboa.

LA RUCHE, G. *et al.*. 2010. First two autochthonous dengue virus infections in metropolitan France, September 2010. *Euro Surveill* 15(39): 19676. Available online: <http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=19676>. Acedido em 5 de fevereiro de 2014.

LAST, J.M. 1995. A dictionary of epidemiology. 3 Ed. Oxford University Press, New York.

LIMA-CAMARA, T.N. *et al.*. 2006. Frequency and spatial distribution of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera, Culicidae) in Rio de Janeiro, Brazil. *Cadernos de saúde pública* 22 (10): 2079-2084.

LOCKWOOD, J.L. *et al.*. 2007. Invasion Ecology. Blackwell Publishing, Oxford.

LÓPEZ-VÉLEZ, R.; MORENO R.M. 2005. Cambio climático en España y riesgo de enfermedades infecciosas y parasitarias transmitidas por artrópodos y roedores. *Revista Española de Salud Pública* 79 (2): 177-190.

MARGARITA, Y. *et al.*. 2006. Mosquitos de Portugal: primeiro registo de *Aedes* (Stegomyia) *aegypti* Linnaeus, 1762 (Diptera, Culicidae) na Ilha da Madeira. *Ata Parasitológica Portuguesa* 13 (1): 59-61.

MARÍ, R.B. *et al.*. 2009. Artrópodos con interés vectorial en la salud pública en España. *Revista Española de Salud Pública* 83 (2): 201-214.

MARÍ, R.B.; PEYDRÓ, R.J. 2009. La creciente amenaza de las invasiones biológicas de mosquitos sobre la salud pública española. *Enfermedades Emergentes* 11(1): 30-35.

MEDLOCK, J.M. *et al.*. 2012. A review of the invasive mosquitoes in Europe: ecology, public health risks, and control options. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases* 12 (6): 435-447.

MEDLOCK, J.M. *et al.*. 2006. Analysis of the potential for survival and seasonal activity of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in the United Kingdom. *Journal of Vector Ecology* 31 (2): 292-304.

MÉLO, M.E. 2009. Investigação da genotoxicidade de larvicidas biológicos e sintéticos utilizados para controle de *Aedes aegypti* (Dissertação). Ciências Farmacêuticas: Universidade Federal de Pernambuco.

MOLE, B.M. 2013. Bedeviled by Dengue. Disponível em: www.the-scientist.com/?articles.view/articleNo/34434/title/Bedeviled-by-Dengue Acedido em 14 de maio de 2013.

NEWS MEDICAL. O que é a Filariose? Disponível em: [http://www.news-medical.net/health/What-is-Filariasis-\(Portuguese\).aspx](http://www.news-medical.net/health/What-is-Filariasis-(Portuguese).aspx). Acesso em 12 de setembro de 2013.

NUNES, J.S. 2011. Dengue: Etiologia, patogénese e suas implicações a nível global. Dissertação - Universidade da Beira Interior, Covilhã.

OLIVEIRA, E. 2011. Estudo de Recipientes com água identificados com *Aedes aegypti* no Município de Assis Chateaubriand. Uningá Review 5 (1): 6-10.

OSÓRIO, H. *et al.* 2012. Formação REVIVE Mosquitos. Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge (INSA, IP), Lisboa.

PAUPY, C. *et al.* 2010. Morphological and genetic variability within *Aedes aegypti* in Niakhar, Senegal. Infection, Genetics and Evolution 10: 473 – 480.

PIALOUX, G. *et al.* 2007. Chikungunya, an epidemic arbovirolosis. The lancet infectious diseases 7: 319-27.

PORTUGAL. Decreto-Lei n. 565/99 de 21 de dezembro de 1999. Regula a introdução na natureza de espécies não indígenas da flora e da fauna. Diário da República, Lisboa, 21 dez. 1999. Secção A, p. 9100 – 9115.

REAL, J.C. 2007. Projecto de Educação Ambiental “O Clima e a sua inter-relação com o ambiente – PROCLIRA”, Módulo 19. Centro de Geofísica da Universidade de Évora, Évora.

REITER, P. 2001. Climate change and mosquito-borne disease. Environmental health perspectives 109 (suppl 1), 141.

RENAULT, P. *et al.*. 2007. A major epidemic of chikungunya vírus infection on Réunion Island, France, 2005-2006. The American society of tropical medicine and Hygiene 77 (4): 727-731.

RIBEIRO, H. *et al.*. 1988. An annotated checklist of the mosquitoes of continental Portugal (Diptera: Culicidae). Atas do III Congresso Ibérico de Entomologia, 233-253.

RIBEIRO, H. *et al.*. 1989. An attempt to infect *Anopheles atroparvus* from Portugal with African *Plasmodium falciparum*. Rev Port Doenças Infecciosas 12:81-2

RIBEIRO, H.; RAMOS, H.C. 1999. Identification keys of the mosquitoes of Continental Portugal, Açores and Madeira. European Mosquito Bulletin 3: 1-11.

RIOS, L.; MARUNIAK, J.E. 2004. Introduction, distribution, description, life cycle, medical significance, surveillance and management of *Aedes albopictus* - Selected References. University of Florida. Disponível em http://entnemdept.ufl.edu/creatures/aquatic/asian_tiger.htm Acedido em 23 de julho 2013.

ROBINSON, M.C. 1955. An epidemic of vírus disease in Southern province, Tanganyika Territory, in 1952-53. I. Clinical features. Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene 49: 28-32.

ROIZ, D. *et al.*. 2011. Climatic Factors Driving Invasion of the Tiger Mosquito (*Aedes albopictus*) into New Areas of Trentino, Northern Italy. Plos One 6 (4): e14800.

ROMBERT, P.C. *et al.*. 1992. Um caso de dirofilariose ocular. 1^{as} Jornadas de Doenças Infecciosas e de Medicina Tropical, Instituto de Higiene e Medicina Tropical, Lisboa, Cartaz.

SAAVEDRA, M. 2013. Malária, mosquitos e ruralidade no Portugal do século XX, Etnográfica 17(1): 51-76.

SAAVEDRA, M. 2011. Mosquitos envenenados: os arrozais e a malária em Portugal. A Circulação do Conhecimento: Medicina, Redes e Impérios. Imprensa de Ciências Sociais, 417-434.

SANTOS, L. 2013. As invasões biológicas e seus efeitos sobre os sistemas locais de usos de plantas na caatinga e no carrasco – nordeste do Brasil. Dissertação - Universidade Federal Rural de Pernambuco.

SANTOS, F.D.; MIRANDA, P. 2006. Alterações Climáticas em Portugal. Cenários, Impactos e Medidas de Adaptação - Projecto SIAM II. Gradiva, Lisboa.

SANTOS, F. D. *et al.*. 2002. Climate Change in Portugal. Scenarios, Impacts and Adaptation Measures - SIAM Project. Gradiva, Lisboa.

SARMENTO, M.; França, C. 1901. Nota sobre alguns culicídeos portugueses. Revista Portuguesa de Medicina e Cirurgia Praticas (Separatum), Lisboa.

SCHOLTE, E.J. *et al.*. 2012. Findings and control of two invasive exotic mosquito species, *Aedes albopictus* and *Ae.atropalpus* (Diptera: Culicidae) in the Netherlands, 2011. European Mosquito Bulletin 30: 1-14.

SERVICE, M.W. 1993. Mosquito ecology – field sampling methods, 2nd ed. Elsevier Applied Science, London.

SIMBERLOFF, D. 1989. Which inset introductions succeed and which fail? In J. A. DRAKE *et al.*, Eds. Biological invasions - A global perspective. Wiley, New York.

SILVA, L. *et al.*. 2008. Invasões Biológicas. *In*: Silva L, E Ojeda Land & JL Rodríguez Luengo (eds.) Flora e Fauna Terrestre Invasora na Macaronésia. TOP 100 nos Açores, Madeira e Canárias, pp. 29-50. ARENA, Ponta Delgada.

SILVA, H.H.G. *et al.*. 2004. Atividade larvívica de taninos isolados de *Magonia pubescens* St. Hil. (Sapindaceae) sobre *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae). Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical 37(5): 396-399.

SILVA, L. 2001. Plantas invasoras no Arquipélago dos Açores: caracterização geral e estudo de um caso, *Clethra arborea Aiton* (Clethraceae). Dissertação - Universidade dos Açores, Ponta Delgada.

SMITHBURN, J.S. *et al.*. 1940. A neurotropic vírus isolated from the blood of a native of Uganda. American Journal of Tropical Medicine and Hygiene 20:471–92.

SNOW, K.R. 2010. Names of European mosquitoes—an update. European Mosquito Bulletin 28: 101-102.

SNOW, K.R. 2003. A summary of the names of European mosquitoes. European Mosquito Bulletin 14: 16-20.

SNOW, K.R. 2004. The mosquito-borne infections of Europe. European Mosquito Bulletin 17: 1-7.

Straetemans, M. 2008. Vector-related risk mapping of the introduction and establishment of *Aedes albopictus* in Europe. Euro Surveill 13 (7): pii=8040. Disponível em :<http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=8040> Acedido em 17 de julho de 2013.

TOUN, F. 2010. Doenças Infecciosas e Parasitárias. <http://www.medicinanet.com.br/conteudos/revisoes/2701/malaria.htm>. Acedido em 3 Janeiro de 2014.

VARGAS, R.E.M. *et al.*. 2010. Climate associated size and shape changes in *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) populations from Thailand. Infection, Genetics and Evolution 10: 580 – 585.

WestUmatilla Mosquito Control District. Disease surveillance: mosquito pools. Disponível em: <http://www.wumcd.org/surveillance/pools.html>. Acedido em 22 de outubro de 2013.

Williamson, M. 1996. Biological Invasions. Chapman & Hall, London.

World Health Organization (WHO). 2008. Global malaria control and elimination: report of a technical review. Disponível em: <http://apps.who.int/malaria/docs/elimination/MalariaControlEliminationMeeting.pdf>. Acedido em 3 fevereiro de 2014.

World Health Organization (WHO). 2012. As alterações climáticas e a Saúde. Disponível em <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs266/en/index.html> Acedido em 19 de julho de 2013.

World Health Organization (WHO)/ World Meteorological Organization (WMO). 2012. Atlas of health and Climate. Disponível em <http://www.who.int/globalchange/publications/atlas/report/en/index.html> Acedido em 19 de julho de 2013.

World Health Organization (WHO)/ European mosquito control association (EMCA). 2011. Guidelines for the control of invasive mosquitoes and associated vector-borne diseases on the European continent. WHO, Alemanha.

World Health Organization (WHO). 2011. *West Nile* Vírus: fact sheet n.º 354. Disponível em: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs354/en/>. Acedido em 4 de fevereiro de 2014.

World Health Organization (WHO). 1984. Manual de ordenamiento del medio para la lucha contra los mosquitos. Publicación en offset n.º 66. WHO, Ginebra.

World Health Organization (WHO). 2012a. Global strategy for dengue prevention and control 2012-2020. WHO, Ginebra.

World Health Organization (WHO). 2012b. Handbook for Integrated Vector Management. WHO, Ginebra.

World Health Organization (WHO). 2008. Protecting health from climate change, world health day 2008. WHO, Ginebra.

World Health Organization (WHO). 1997. Dengue haemorrhagic fever: diagnosis, treatment, prevention and control. 2nd edition. WHO, Ginebra.

World Meteorological Organization (WMO). 2013. 2001-2010, A decade of climate extremes. Disponível em: http://www.wmo.int/pages/mediacentre/press_releases/pr_976_en.html Acedido em 19 julho de 2013.

Xavier, B. *et al.*. 2008. Public health significance of urban pests. World Health Organization, Ginebra.

ANEXO – QUESTIONÁRIO

Mosquitos em Portugal

Procedimentos das Regiões de Saúde perante a comunicação de ocorrências

Na Vossa Região de Saúde:

1. Houve comunicação de ocorrência de incomodidade ou doenças transmitidas por mosquitos nos últimos 10 anos?

Sim ☐ Não ☐

Se sim:

Qual/Quais? _____

N.º de casos? _____

Em que ano (s)? _____

2. Foi identificada alguma espécie de mosquito vetor de doença nos últimos 10 anos?

Sim ☐ Não ☐

Se a resposta a uma ou mais das questões anteriores foi “sim”, peço que responda às seguintes.

3. Como foi comunicada essa ocorrência às Autoridades de Saúde?

4. Qual o procedimento da Autoridade de Saúde?

5. A Autoridade de Saúde contactou outras entidades?

Sim ☐ Não ☐

Se sim, qual o apoio que prestaram?

6. Foi dada informação à população?

Sim ☐

Não ☐

Se sim:

Que informação?

Quais os meios utilizados?

7. Foi necessária a implementação de medidas de controlo?

Sim ☐

Não ☐

Se sim:

Quais?

Quem implementou?

Grata pela Sua colaboração,

Márcia Marques